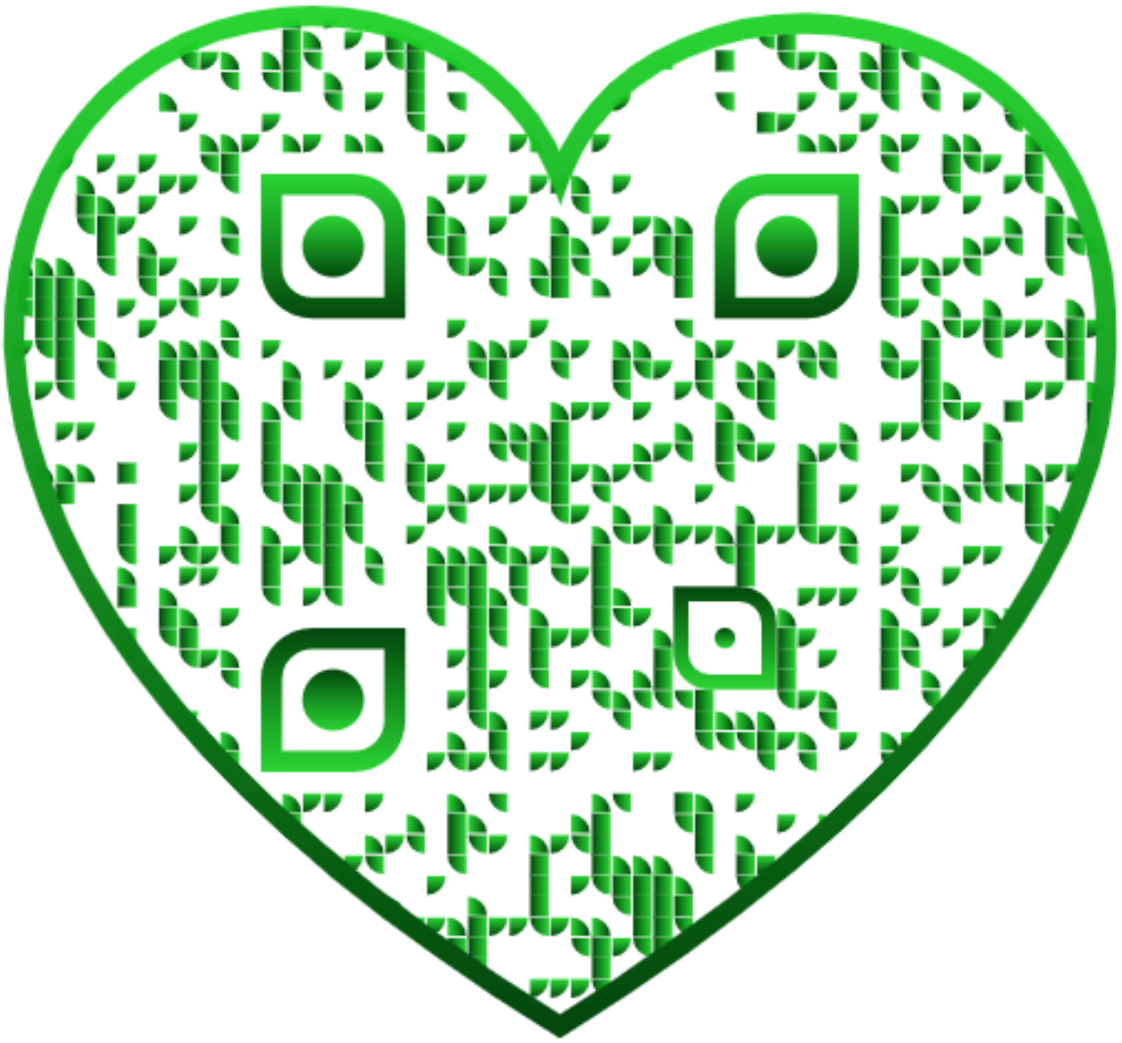
Construction de maisons à ossature bois

2e ÉDITION

Yves Benoit
Thierry Paradis

FCBA
EYROLLES

SHOUT
SHARE
IT



Construction de maisons à ossature bois

La maison à ossature bois de type plate-forme est la technique la plus répandue. Moins onéreuse que les autres techniques, elle fait preuve d'une facilité d'adaptation aux différents styles régionaux et répond aux diverses exigences de la construction telles que la durabilité, la résistance au feu, l'isolation thermique ou acoustique, le confort...

Cet ouvrage se présente comme un guide pratique et permettra au lecteur de trouver toutes les techniques, les connaissances et le savoir-faire nécessaires à la conception et la mise en œuvre des constructions à ossature bois.

Yves Benoit est professeur en lycée technique et formateur auprès d'adultes et d'entreprise. Professionnel et amateur passionné du bois, il est l'auteur de plusieurs ouvrages aux Éditions Eyrolles, dont notamment *Travailler le bois avec une machine combinée*, qui permet de se familiariser avec la machine. Il est également l'auteur d'ouvrages plus techniques tels que *Les parquets – Guide technique et réglementaire* ou encore *Le guide des essences de bois*. Il travaille actuellement à la rédaction d'un ouvrage sur la mise en application de l'Eurocode 5.

Thierry Paradis est diplômé de l'École nationale supérieure des Technologies et Industries du bois. Il travaille au CTBA depuis 1999, en tant qu'ingénieur construction, au sein du Pôle Industries Bois Construction. Il est notamment chargé d'assurer la veille technologique, de former et de conseiller les entreprises sur l'ensemble des systèmes constructifs mis en œuvre dans la construction en bois.

Construction de maisons à ossature bois

Du même auteur

Mieux utiliser sa machine à bois combinée, 2004, G11384.

Les parquets, coll. « Guide technique et réglementaire », 2003, G11388.

Travailler le bois avec une machine combinée, 2001, G02719.

Le coffret de reconnaissance des bois de France, 1999, G11840.

Le guide des essences de bois, 1999, G11821.

Chez le même éditeur

Syndicat national du béton cellulaire. – **Construire en béton cellulaire,** 2007, G11986.

J. Zerlauth. – **L'autoconstruction en bois,** 2006, G11625.

P. Amet. – **Installer un chauffage et un chauffe-eau solaire,** 2008, G12279.

L. Cagin & L. Nicolas. – **Construire en pierre sèche,** 2008, G12309.

Construction de maisons à ossature bois

YVES BENOIT

THIERRY PARADIS

Deuxième édition 2009

EYROLLES

ÉDITIONS EYROLLES
61, bd Saint-Germain
75240 Paris CEDEX 05
www.editions-eyrolles.com

FCBA
10, avenue de Saint-Mandé
75012 Paris
www.ctba.fr

DANGER
LE PHOTOCOPILLAGE TUE LE LIVRE

Le code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée notamment dans les établissements d'enseignement, provoquant une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans l'autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

© Groupe Eyrolles et FCBA, 2007, 2009, ISBN : 978-2-212-12429-3

Remerciements

Le FCBA et l'auteur tiennent à remercier les industriels qui ont permis de compléter cet ouvrage avec les nombreuses photographies transmises :
Doerken France SAS, Ets Guy Joubert SA, Finnforest France SAS, Haas-Weisrock SA, Homag France SA, ISOROY, Kronofrance, Laboratoires Xylobell, Maisons Bois Cruard, Naptural, PAB - Menuiserie P.V.C./Bois, PLYSOROL, SA Jotun France, Saint-Gobain Isover, SCB Exteriors Design, Simonin Frères, Simpson, Système bois massif - MHM, et notamment Leduc SA pour les nombreuses photographies transmises.

Ainsi que les organisations professionnelles suivantes :
AFCOBOIS, 10, rue du Débarcadère, 75017 Paris. Tél. 01 40 55 14 98. http://www.maisons-bois.org

ATLANBOIS, Centre des Salorges, BP 70515, 44105 Nantes Cedex 4. Tél. : 02 40 73 73 30. www.atlanbois.com

CNDB, 6 av. Saint-Mandé, 75012 Paris. Tél. : 01 53 17 19 60. www.construction-bois.org

Le Comité national pour le développement du bois a mis à disposition les guides pédagogiques MBOC® (Maisons Bois Outils Concept). La totalité des photos et croquis repérés (© CNDB) proviennent de ces documents :
Maisons Bois Outils Concept se présente sous forme d'une boîte à outils pédagogiques comprenant :
Huit guides (Commercialiser, Concevoir, Dimensionner, Établir les prix, Préparer-gérer-contrôler, Choisir les produits, S'équiper, Construire) ; 2 CD-Rom concernant l'ensemble des informations nécessaires à la bonne mise en œuvre du concept ; un paramétrage pour deux logiciels CAO-DAO ; un paramétrage pour des logiciels de chiffrage et de gestion ; une vidéo, une affiche pédagogique.

Cette boîte à outils pédagogiques est accessible dans le cadre d'une formation dispensée sur des plateaux techniques adaptés. Pour de plus amples renseignements, contacter le CNDB au 01 53 17 19 60 – info@cndb.org.

Le SYMOB (Syndicat national des fabricants et constructeurs de maisons à ossature bois), organisme de la FIBC (Fédération de l'industrie bois construction), rassemble des entreprises de la construction à ossature bois assurant la conception et la réalisation de structures industrialisées. Les produits mis sur le marché prennent souvent la forme de kits structuraux (murs, planchers, charpente) avec une valeur ajoutée plus ou moins importante suivant la demande. Il est à noter que le SYMOB s'est inscrit dans une démarche d'obtention d'un marquage CE concernant ces kits de structures.

Table des matières

L'OFFRE DU MARCHÉ

1. Les différents types de maison à ossature bois
Constructions en bois massif 12
Constructions en panneaux massifs 13
Constructions à ossature bois 14

2. Composants bois pour la structure
Bois de structure 24
Panneaux dérivés du bois 36
Composants industrialisés 41

3. Les menuiseries extérieures et intérieures
Les fenêtres, portes-fenêtres et portes extérieures 52
Les fermetures 53
Les portes intérieures 54
Les escaliers 55
Les revêtements extérieurs 57
Les revêtements intérieurs 63

4. Les assemblages 74

5. Isolation et étanchéité
Matériaux d'isolation 82
Matériaux de jointement 86

6. Finition et préservation
Finitions extérieures et intérieures 90
Produits de préservation 91

CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE DES MAISONS À OSSATURES BOIS DE TYPE PLATE-FORME

7. Type de constructions et principes de base
Types de constructions 96
Principes de base 98

8. Ouvrages de fondation, lisse basse d'assise et dalle en bois
Ouvrage de fondation 102
Lisse basse d'assise 108
Dalle bois 110

9. Parois verticales et plancher d'étage
Parois verticales 126
Plancher d'étage 138

10. Toitures et couvertures
Réalisation des toitures 142
Couverture 151

11. Menuiseries et parements extérieurs
Menuiseries extérieures 154
Parements extérieurs 159

12. Revêtements intérieurs
Revêtements de sol 178
Revêtement mural et plafond 180

13. Étanchéité à l'air du bâtiment
Parties du bâtiment sensibles 185
Exemples de solutions 186

14. Finition du bois
L'entretien et la rénovation 202

FOIRE AUX QUESTIONS

15. Maison à ossature bois et environnement
Que signifie une construction à ossature bois de haute qualité environnementale 206
Dans quelle mesure une maison à ossature participe au développement durable ? 209
Lutte contre l'accroissement de l'effet de serre 209
Le dégagement de formol des panneaux est-il dérangereux ? 214

16. Insectes et champignons lignivores
Comment protéger une maison à ossature bois construite en région termitée ? 216

17. Le feu
Quels sont les risques en cas d'incendie dans une maison à ossature bois ? 226
Les euroclasses : classement de réaction au feu européen 228
Résultats des études et recherches 232
La résistance au feu 232
Exigences réglementaires concernant la sécurité contre l'incendie des maisons d'habitation 236
Principes des Règles bois feu 238
Peut-on installer une cheminée dans une maison à ossature bois ? 248

18. Isolation thermique
Quelles sont les exigences de la RT 2005 ? 250
Quelles sont les principaux changements entre la RT 2000 et la RT 2005 ? 252
Comment respecter la RT 2005? 252
Thermique d'hiver 255
Thermique d'été 263
Fiche de synthèse 264
Comment obtenir un bon confort thermique en été? 267
Comment éviter la condensation dans les maisons à ossature bois, le frein-vapeur est-il indispensable ? 270
En quoi consiste le diagnostic de performance énergétique d'un bâtiment ? 276

19. Isolation phonique
Quelles précautions prendre pour respecter la NRA 2000 ? 278

20. Divers
Quel entretien faut-il pour une maison à ossature bois ? 286
Quelle est la portée des normes, DTU et avis techniques dans l'établissement des marchés du bâtiment ? 286
Quelle est l'importance du marquage CE pour les produits de la construction ? 288
Procédure d'obtention du marquage 292

LES ANNEXES

Fiches caractéristiques de principes constructifs
Murs extérieurs 296
Murs intérieurs 300
Planchers bas 302
Planchers intermédiaires 304
Toitures inclinées 306

Fiche de synthèse vierge
Fiche de synthèse pour la conformité à la RT 2005 (1/2) 308
Fiche de synthèse pour la thermique d'été 309

1. Les différents types de maison à ossature bois
Constructions en bois massif 12
Constructions en panneaux massifs 13
Constructions à ossature bois 14

2. Composants bois pour la structure
Bois de structure 24
Panneaux dérivés du bois 36
Composants industrialisés 41

3. Les menuiseries extérieures et intérieures
Les fenêtres, portes-fenêtres et portes extérieures 52
Les fermetures 53
Les portes intérieures 54
Les escaliers 55
Les revêtements extérieurs 57
Les revêtements intérieurs 63

4. Les assemblages **74**

5. Isolation et étanchéité
Matériaux d'isolation 82
Matériaux de jointement 86

6. Finition et préservation
Finitions extérieures et intérieures 90
Produits de préservation 91

L'offre du marché

© Atlanbois

1 Les différents types de maisons à ossature bois

Deux procédés de construction se sont développés, les maisons en bois massif et les maisons avec une ossature en bois, tel que le colombage.
Les maisons en bois massif sont soit composées de rondins ou madriers empilés, que l'on rencontrait principalement à l'origine dans les zones forestières, soit composées de panneaux massifs fabriqués à partir de lames de bois collées ou clouées, technique plus récente.

Le procédé de construction à ossature bois (les maisons à colombage) consiste à réaliser des maisons dont les vides entre les éléments de l'ossature sont remplis par des matériaux d'isolation et d'étanchéité (à l'origine briques, torchis, pierres…). Ces maisons étaient plutôt situées dans les zones urbaines. La technique contemporaine a remplacé les diagonales de contreventement en bois massif situées entre les ossatures, par un voile en panneaux dérivés du bois situé devant les ossatures. Le remplissage en maçonnerie a été remplacé par une isolation semi-rigide protégée côté intérieur par un parement en plaque de plâtre ou en bois, et côté extérieur par un revêtement étanche ventilé.

Constructions en bois massif

La construction en rondins ou en madriers assemblés à mi-bois connaît une renaissance depuis le récent engouement pour l'habitat sain, mais il existe également des systèmes constructifs innovants à base de panneaux massifs (bois panneautés).

Constructions en rondins ou en madriers assemblés à mi-bois[1]

Les constructions en rondins ou en madriers sont développées surtout dans les régions fortement boisées en résineux des pays d'Europe du Nord (Russie, Pologne, Suède, Finlande …). En France, ce type de construction est généralement assimilé à une «cabane», du fait de la facilité «apparente» de la mise en œuvre (empilage). Or ce procédé permet la réalisation de maisons d'habitation et de bâtiments commerciaux en rondins ou en madriers empilés, sur un à plusieurs niveaux.

© AFCOBOIS

Fig. 1,1
Cette maison construite en rondins empilés s'intègre harmonieusement dans le paysage.

Ce type de structure s'est développé lorsque les outils de fer sont apparus (VIIIe siècle avant Jésus-Christ), pour réaliser les assemblages à mi-bois.

[1] *Ce mode de construction est utilisé principalement pour des maisons à un et deux niveaux, des habitations de loisirs, garages, abris de jardins…*

© AFCOBOIS

Principe

Le principe consiste à empiler des madriers ou des grands rondins, souvent résineux. Les pièces de bois s'emboîtent longitudinalement grâce à un profil et un contre-profil, et s'encastrent à leur intersection avec un assemblage à mi-bois.

En fonction de l'épaisseur des madriers ou rondins utilisés en murs, un doublage isolant sera nécessaire, côté intérieur ou extérieur. Certains fabricants proposent des madriers isolés, ayant l'apparence extérieure de madriers massifs, mais intégrant un isolant dans l'âme du madrier.

La technique dite de la « fuste » consiste à empiler des rondins bruts, non calibrés et de grandes sections.

© AFCOBOIS

En France, les constructions en bois massifs doivent respecter les règles professionnelles « Constructions en Bois massifs », rédigées par AFCOBOIS et éditées par IRABOIS.

Points forts

Les maisons en bois massif ont naturellement une bonne isolation thermique lorsque le bois est utilisé en forte épaisseur. Les parois peuvent être doublées. Une isolation en laine minérale ou autre est nécessaire entre les pièces de bois afin d'améliorer l'étanchéité à l'air des joints.

Les maisons en rondin, de par leur structure, permettent un renouvellement naturel de l'air.

Le bois massif apporte un confort hygrométrique.

Les maisons en bois massif sont parfaitement adaptées au montage en kit.

Limites

La conception de la maison doit tenir compte du jeu dimensionnel des parois (notamment pour les ouvertures), compte tenu d'un tassement vertical inévitable.

Fig. 1,2
Une maison construite en madriers empilés s'adapte parfaitement à la livraison en kit.

Fig. 1,3
Ces rondins sont liés avec un assemblage à mi-bois.

Constructions en panneaux massifs

Cette technique de construction n'est pas traditionnelle et n'est pas couverte par un DTU ou une règle professionnelle. Les règles de conception et de mise en œuvre de ces constructions sont définies par les fabricants.

La technique consiste à utiliser en murs porteurs des éléments de panneaux massifs (bois panneautés), recevant côté extérieur ou intérieur un doublage isolant et un parement.

Ces panneaux massifs sont soit constitués de plusieurs couches croisées de lames de bois collées ou clouées entre elles, soit d'éléments en bois lamellé-collé.

Ce mode de construction est apparu sur le marché très récemment. Il provient d'Allemagne et d'Autriche.

© Système Bois Massif

Fig. 1,4
Ces maisons en panneaux massifs auront un confort hygrométrique.

Constructions à ossature bois

En France, les constructions à ossature bois doivent respecter la norme NF P 21-204, DTU 31,2 « Construction de maisons et bâtiments à ossature bois ».

Maisons à colombage par la méthode des bois longs[2]

Une maison à colombage (du latin « columna », colonne) est constituée de pan de bois dont les vides sont comblés par une maçonnerie légère ou du torchis. Elle nécessite une main-d'œuvre hautement qualifiée : le charpentier.

Les premières maisons à colombage ont été construites par la méthode des bois longs. Des quartiers entiers de grandes villes ont été bâtis suivant ce principe, comme le quartier Latin, les Halles, le Marais pour Paris…

Historique

La construction à ossature bois par la méthode des bois longs est la technique de colombage la plus ancienne. Elle fût employée du XII[e] jusqu'au milieu du XVI[e] siècle. La technique à bois longs a trouvé son apogée en Norvège au XII[e] siècle dans les églises en bois debout. Cette technique de fabrication sera abandonnée, car les bois de grande longueur et de forte section deviennent rares dès le XIII[e] siècle.

Principe

La construction à colombage (fig. 1,6) est à bois longs lorsque les montants de structure sont continus du sol à la toiture, contrairement à la construction aux bois courts qui a des poteaux de la hauteur d'un étage. Des bois de forte section (jusqu'à 50 cm de côté) sont utilisés sur deux ou trois niveaux pour la réalisation des poteaux d'angle (poteaux corniers) (1). Ils sont maintenus à chaque hauteur d'étage par

© CTBA

Fig. 1,5
Les premières maisons à colombage étaient bâties par la méthode des bois longs.

[2] *Technique réservée à la rénovation de bâtiments anciens et de monuments historiques.*

une pièce horizontale (sablière) (2). Celle-ci reçoit d'autres poteaux verticaux intermédiaires d'une hauteur d'un niveau (les colombes) (3).

© Yves Benoît

Points forts

La mise en œuvre des colombages à bois longs permet de préserver notre patrimoine. Les bâtiments anciens sont restaurés en préservant les anciennes techniques de construction.

Limites

- Difficultés de mettre en œuvre les poteaux d'angle de grande dimension et très lourd, notamment pour les fortes sections.
- Assemblage des longues pièces horizontales (sablières) sur les poteaux d'angle délicat.
- Manœuvre des pièces longues délicates dans les villes où les ruelles sont étroites.
- Construction à encorbellement impossible (surface des niveaux augmentant d'un étage à l'autre).

Maisons à colombage par la méthode des bois courts[3]

Une maison à colombage par la méthode des bois courts à des poteaux d'angle d'une longueur équivalente à la hauteur d'un seul étage. Le passage du système à bois long au système à bois court a permis un développement important des maisons à colombage car cela élimine tous les inconvénients liés aux pièces longues. En outre, la mise en œuvre est très rapide car les pièces peuvent être usinées en atelier. Un autre avantage important : ce principe de construction autorise la construction à encorbellement. Il permet de gagner de précieux mètres carrés dans les villes fortifiées et il protège l'étage inférieur du ruissellement de l'eau.

© Yves Benoît

Historique

Les maisons à colombage à bois courts ont été construites au cours des XV^e^ et XVI^e^ siècles. En 1817, d'importantes modifications ont été provoquées par les procédures d'alignement et le décret de destruction des encorbellements. Les façades en pan de bois ont été remplacées par une nouvelle

Fig. 1,6
Poteaux corniers (1). Sablière (2). Colombes (3).

Fig. 1,7
La longueur maximum des poteaux correspond à la hauteur d'un niveau

[3] Technique adoptée pour rénover des bâtiments anciens et des monuments historiques. Certains fabricants proposent des maisons neuves à colombage à bois courts pour des clients passionnés par ce type de constructions.

façade en pierre, ou les solives des panneaux de bois des étages ont été coupées pour mettre d'aplomb la façade, puis elle a été recouverte d'un crépi identique à celui des maisons en pierre.

© AFCOBOIS

Fig. 1,8 et 1,9
Ce mode de construction permet de rénover des bâtiments anciens.

© AFCOBOIS

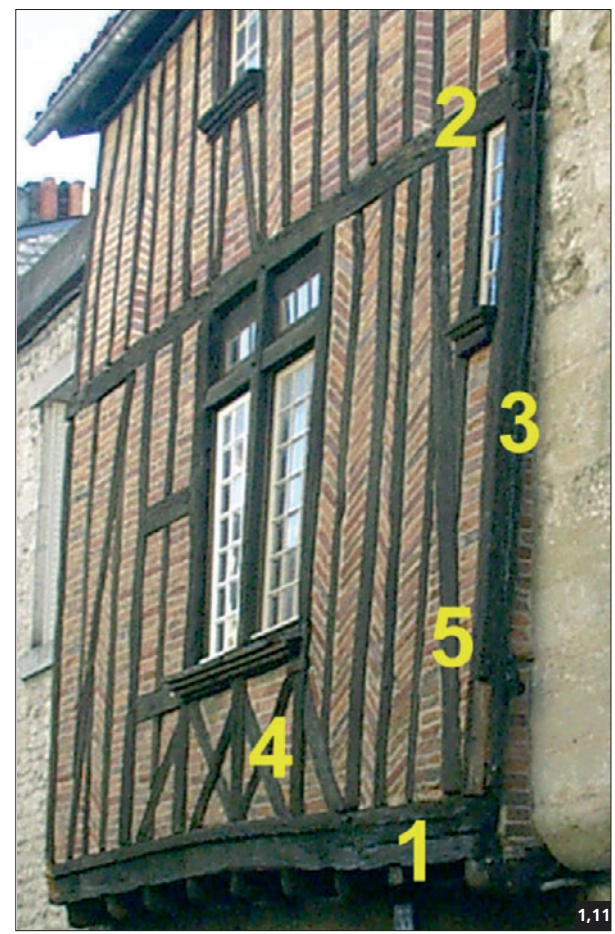
Fig. 1,10
Les maisons neuves à colombage à bois courts sont fabriquées pour des clients passionnés.

© Cruard

Principe

Certaines maisons ont leurs quatre murs construits à pan de bois (les maisons cages). D'autres n'ont que la façade sur rue avec des pans de bois (les maisons avec façades écrans).

Une paroi d'un étage est délimitée en bas par la sablière de chambrée, en haut par la sablière d'étage, et de chaque côté par un poteau cornier. Les pièces sont assemblées entre elles par des tenons et des mortaises. Pour raidir le cadre, certaines pièces forment soit des croix de Saint-André, soit des décharges. Les pieds des poteaux sont assemblés sur la



© Yves Benoît

Fig. 1,11
Sablière de chambrée (1),
Sablière d'étage (2),
Poteau cornier (3),
Croix de Saint-André (4),
Décharges (5).

sablière de chambrée (basse), qui est posée sur un mur en pierre plus ou moins haut pour éviter l'attaque des champignons lignivores.
Le squelette de la maison est garni avec de nombreux matériaux tel que le torchis, la brique le moellon, le bois massif...
Contrairement aux maisons construites avec des bois longs, la méthode des bois courts permet d'empiler les étages avec un encorbellement. Généralement, les solives sont supportées par la sablière d'étage. Plus rarement l'étage supérieur est supporté par un organe spécifique (corniche, corbeaux, aisselle, poteau élargi...)

1,12 © Yves Benoît

1,13 © AFCOBOIS

1,14 © Yves Benoît

1,15 © Yves Benoît

Fig. 1,12
L'encorbellement prend appui sur la sablière d'étage qui repose sur les solives.

Fig. 1,13
Le squelette de cette maison est garni avec du torchis.

Fig. 1,14
Cet encorbellement prend appui sur un poteau élargi.

Fig. 1,15
Le squelette de cette maison est garni avec de la brique.

Points forts

- La mise en œuvre est très rapide.
- La manœuvre des pièces est nettement plus facile que pour les maisons à bois long.
- Construction à encorbellement réalisable.

Limites

- Principe de construction onéreux.

Constructions à ossature croisée dite «ballon frame»[4]

Dès la fin du XVIII[e] siècle les scies actionnées mécaniquement et la fabrication industrielle des clous vont transformer les habitudes constructives aux États-Unis. Des sciages de faible section et des clous sont disponibles en grande quantité. C'est le premier type de construction industrialisée, rapide à mettre en œuvre.

[4] *Mode de construction employé pour des maisons familiales, plus rarement des bâtiments de plusieurs étages.*

© AFCOBOIS

Fig. 1,16
Les maisons sont construites sur le principe de l'ossature *ballon frame*.

Historique

Cette technique de construction également appelée « ossature croisée » fût employée par les pionniers américains au XIX[e] siècle. Les premières maisons furent construites à Chicago vers 1840. Cette appellation que l'on pourrait traduire « ossature pour ballon » s'inspire des techniques employées pour la fabrication des premiers dirigeables. Comme pour le colombage avec des bois longs, la construction « ballon frame » sera progressivement remplacée par la technique de la plate-forme.

© Yves Benoît

Fig. 1,17
Principe de construction d'une ossature croisée ou « ballon frame. Montants (1). Lisse basse (2). Lisse haute (3). Charpente légère (4). Solives du plancher (5).

Principe

Le *ballon frame* est issu de la technique à bois longs, des sciages sont cloués pour former un ensemble de cadres complets. Le ballon frame est réalisé avec des montants de 5 x 10 cm de section et d'une longueur correspondant à la hauteur de l'habitation. Les montants sont cloués entre une lisse basse et une lisse haute. Les cadres ainsi formés se succèdent avec un faible écartement. La lisse haute reçoit une charpente légère et la lisse basse les solives du plancher.
L'ossature est recouverte par des clins ou des planches pour protéger l'ensemble et augmenter le contreventement. L'habillage peut être constitué d'autres matériaux tels que la brique ou la pierre de parement, l'enduit projeté...

Points forts

- Nécessite une main-d'œuvre moins qualifiée.
- Construction rapide et économique.
- Section nettement plus petite, permettant à un seul ouvrier de bâtir une maison.

Limites

- La hauteur maximum de l'édifice est limitée par la longueur des montants.

Ossature plate-forme[5]

Cette technique de construction est la plus utilisée dans le monde, en particulier en Amérique du nord, en Suède, au Japon et en France. Ce système s'inspire de deux modes de construction.

D'une part, les maisons à colombage construites par la méthode des bois courts : l'ossature ne fait qu'un étage et le plancher du premier sert de plate-forme pour la construction de l'étage suivant.

D'autre part, les maisons fabriquées selon le système « ballon frame » : les pièces de bois sont de faible section et les montants sont très rapprochés.

[5] *Technique plus particulièrement adaptée aux maisons individuelles et aux petits bâtiments commerciaux et industriels.*

© AFCOBOIS

Historique

Ce mode de fabrication est contemporain. Il s'est surtout développé avec l'apparition des panneaux dérivés du bois et des systèmes d'assemblage (connecteurs, crampons, pointes torsadées...) au milieu du XX^{e} siècle.

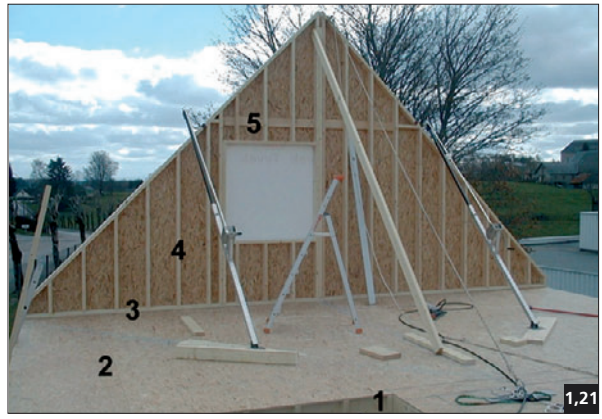
Principe

Les montants de l'ossature ont une longueur équivalente à la hauteur de l'étage. Ils sont espacés de 40 à 60 cm et sont fixés sur des lisses basses et hautes par clouage. Les pièces de bois ont une section minimale de 100 x 36 mm^{2}. Les niveaux sont autonomes : le premier peut être monté sur une dalle en béton ou en bois qui sert de plate-forme pour monter le niveau suivant.

© Cruard

© CNDB

La lisse haute supporte les solives du plancher de l'étage supérieur. Le plancher monté peut ensuite recevoir l'ossature du deuxième niveau. Le dernier niveau reçoit la charpente (dans la majorité des cas industrialisée).



© CNDB

© Cruard

Fig. 1,18
La majorité des maisons à ossature bois ont une ossature plate-forme.

Fig. 1,19
Dalle en béton (1). Lisse basse (2). Montant de l'ossature (3). Lisse haute (4). Second niveau monté sur la plate-forme du premier niveau (5).

Fig. 1,20
Une ossature plate-forme peut être montée sur une dalle en bois.

Fig. 1,21
Solives (1). Plancher du premier étage (2). Lisse basse du deuxième niveau (3). Montant du deuxième niveau (4). Lisse haute du deuxième niveau (5).

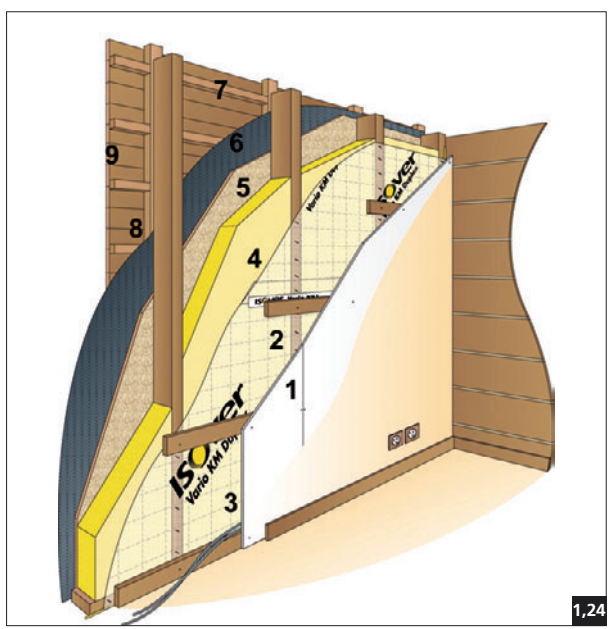
Fig. 1,22
Le dernier niveau reçoit la charpente, dans cet exemple, industrialisée.

© ISOROY

Fig. 1,23
Des pièces supplémentaires permettent de recevoir les ouvertures, le linteau (1) et les poteaux le supportant (2).

La structure est ensuite recouverte et équipée de divers éléments pour assurer l'étanchéité et l'isolation thermique et acoustique de la paroi. De l'intérieur vers l'extérieur, la paroi est recouverte d'un revêtement de finition telle qu'une plaque de parement en plâtre cartonné (1) ou du lambris, puis d'un film pare-vapeur (2). Une lame d'air peut être aménagée pour le passage des gaines et tuyaux (3). Un isolant thermique (4) est placé dans le vide entre les montants.

Fig. 1,24
Plaque de plâtre cartonné (1). Pare-vapeur (2). Passage des gaines et tuyaux (3). Isolant thermique (4). Panneau de contreventement (5). Pare-pluie (6). Tasseaux (7). Lame d'air (8). Bardage extérieur en bois (9).



© SAINT-GOBAIN (ISOVER)

Pour contreventer l'édifice, un voile en panneaux dérivés du bois (panneaux OSB ou de particules) sont cloués ou vissés sur les pièces de l'ossature (5). Pour parfaire l'étanchéité à la pluie et au vent, un pare-pluie (6) est disposé devant le voile de contreventement. Ensuite, des tasseaux (7) sont fixés sur le voile au droit des montants. La lame d'air (8) créé par les liteaux assure la circulation de l'air permettant le séchage d'éventuelles condensations au dos du revêtement extérieur. Ce revêtement peut être un bardage en bois massif (9) ou de la brique, un enduit hydraulique sur support, un revêtement plastique épais sur panneau bois ou tout autre matériau.

© AFCOBOIS

Fig. 1,25
Revêtement extérieur en bois massif, brique et enduit hydraulique.

Points forts

- Méthode de construction plus souple, offrant davantage de possibilités architecturales que les bâtiments construits sur le principe du « ballon frame ».
- Système de construction économique.
- Possibilité de construire les panneaux en usine pour limiter au maximum le travail sur le chantier.
- Méthode également adaptée aux petites entreprises avec la technique du « pré-coupé ». Les pièces sont prédécoupées aux dimensions standard et la maison est entièrement montée sur le chantier.

Limites

- Méthode libérant moins de volume que l'ossature poteaux-poutres.

• Les grandes trémies (ouverture dans le plancher) sont à éviter.

Poteaux-poutre[6]

Avec ce système les éléments porteurs en bois massif ou en lamellé-collé ont de fortes sections. Ils sont disposés selon une trame importante (de 3 à 6 m). L'ossature est généralement stable sans la participation des éléments de remplissage.

© AFCOBOIS

Historique

Ce principe de construction est très récent. Il s'est surtout développé avec l'apparition d'assemblages mécaniques performant.

Principe

Les bâtiments édifiés avec ce mode de construction sont composés de poteaux qui supportent des poutres. Celles-ci soutiennent des planchers. Les poteaux transfèrent l'ensemble des charges au système de fondations.

Des parois pleines, des fenêtres et des portes viennent s'insérer dans le squelette formé par les poteaux et les poutres. Le contreventement des structures par poteaux et poutres doit être systématiquement étudié car les panneaux muraux ne sont pas porteurs même si parfois, ils participent au contreventement de la structure. Ces panneaux ont essentiellement une fonction d'enveloppe, c'est-à-dire de protection vis à vis des agressions extérieures (froid, chaleur, pluie, vent, bruit...).

© AFCOBOIS

© AFCOBOIS

Points forts

• Grande souplesse architecturale
• De nombreuses possibilités de positionnement, de nombre et de taille des baies.
• Structure adaptée aux découpes importantes dans les planchers : trémies d'escalier ou de cheminées, mezzanines...
• Agrandissements horizontaux ou verticaux aisés.

Limites

Il est économiquement peu compétitif, car les éléments de façade assurent un contreventement déjà repris par la structure.

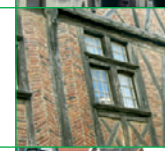
Fig. 1,26
Ce bâtiment a une ossature avec une trame espacée de 3 m.

Fig. 1,27
Poteaux (1). Poutres (2). Planchers (3). Ouvertures (4) et mezzanine de grandes dimensions.

Fig. 1,28
Le remplissage entre les panneaux n'est pas porteur même s'il participe au contreventement de la structure.

[6] Mode de fabrication plus particulièrement adapté aux bâtiments de grandes dimensions : système «haut de gamme» employé pour les maisons individuelles avec ouvertures, mezzanines et trémies de grandes dimensions. Utilisé soit seul, soit en complément d'un autre système constructif : ossature bois ou bois massif.

Tableau de synthèse (tab.1,1)

	TYPE DE CONSTRUCTION		ÉPOQUE	APPLICATION PREFERENTIELLE
Constructions en bois massif	Constructions en rondins (fustes)		VIII[e] siècles avant Jésus-Christ	Maisons à un ou deux niveau, Habitations de loisir, Garages, Abris de jardins...
	Constructions en madriers assemblés à mi-bois			
	Constructions en bois panneautés multiplis collés ou cloués, ou en panneaux lamellés-collés		Contemporain	Maisons moyen et haut de gamme.
Constructions à ossature bois	Maisons à colombage par la méthode des bois longs		XII[e] siècle	Rénovation de bâtiments anciens et de monuments historiques.
	Maisons à colombage par la méthode des bois courts		XV[e] siècle	Rénovation. Maisons neuves pour des clients passionnés.
	Construction à ossature croisée dite «ballon frame»		Fin XVIII[e] siècle	Méthode abandonnée actuellement, à l'époque, essentiellement des maisons familiales.
	Construction à ossature plate-forme		Milieu du XX[e] siècle	Méthode très répandue pour les maisons individuelles et les petits bâtiments.
	Poteaux-poutre		Contemporain	Bâtiments de grandes dimensions moyen et haut de gamme.

PRINCIPE	POINTS FORTS	LIMITES
Empilage de madrier ou rondin, assemblés à mi-bois dans les angles et les croisements.	Confort hygrométrique et thermique Montage en kit.	Surface habitable petite à moyenne. Variation importante dimensionnelle des parois (tassements).
Panneaux massifs préfabriqués à partir de planches collées ou clouées.	Confort hygrométrique, thermique. Débouché pour les résineux locaux de deuxième catégorie. Rapidité de mise en œuvre.	Trop onéreux pour les habitations accès de gamme.
Les poteaux de forte section sont continus du sol à la toiture.	Mise en valeur du patrimoine.	Construction à encorbellement impossible. Difficultés de mettre en œuvre les poteaux de grande dimension.
Ensemble de pièces assemblées par tenon et mortaise formant un squelette (pan de bois) garni avec du torchis, de la brique, du moellon...	Construction à encorbellement réalisable Mise en œuvre plus rapide et manœuvre des pièces plus faciles que pour les maisons à bois long.	Principe de construction onéreux.
Sciages de grande longueur cloués pour former un ensemble de cadres avec un faible écartement, contreventés par un panneau bois.	Construction rapide et économique. Faible section, permettant à un seul ouvrier de bâtir une maison.	Hauteur maximum de l'édifice limitée par la longueur des montants.
Montants de l'ossature d'une longueur équivalente à la hauteur d'un étage, espacés de 40 à 60 cm et fixés sur des lisses basses et hautes par clouage, contreventés par un panneau bois. Les niveaux s'empilent les uns sur les autres.	Construction rapide et économique. La majorité du travail peut être effectuée à l'atelier. Méthode adaptée aux très petites entreprises avec la technique du « pré-coupé ».	Grandes trémies (ouverture dans le plancher) à éviter. Constructions sur 2 à 3 niveaux au plus.
Structure porteuse constituée de poteaux verticaux et de poutres horizontales ou inclinées, disposés à intervalles réguliers, libérant de grands volumes. Remplissage des cavités par éléments opaques ou translucides.	Grande souplesse architecturale. Structure adaptée aux découpes importantes dans les planchers.	Principe de construction onéreux pour l'habitation.

2 Composants bois pour la structure

De nombreux produits sont développés pour la construction à ossature bois. Le bois massif structural, le bois rond, le bois abouté, le bois lamellé-collé, le bois massif reconstitué, le lamibois, les poutres composites (poutres en I) offrent une large palette de caractéristiques physiques (stabilité, dimensionnement…) et mécaniques (haute résistance). Ainsi, le potentiel architectural est très vaste, permettant de construire des bâtiments avec des performances intéressantes.

Bois de structure

Bois massifs structuraux

Ces éléments sont obtenus à partir de grumes ou de pièces de bois de plus fortes dimensions. Les sciages structuraux sont des pièces de bois sciés (avivés) entrant dans la constitution d'un ouvrage et ayant comme fonction principale la résistance aux sollicitations.

2,1 © CTBA

Fig. 2,1
Un classement de structure est indispensable pour dimensionner par le calcul des sciages.

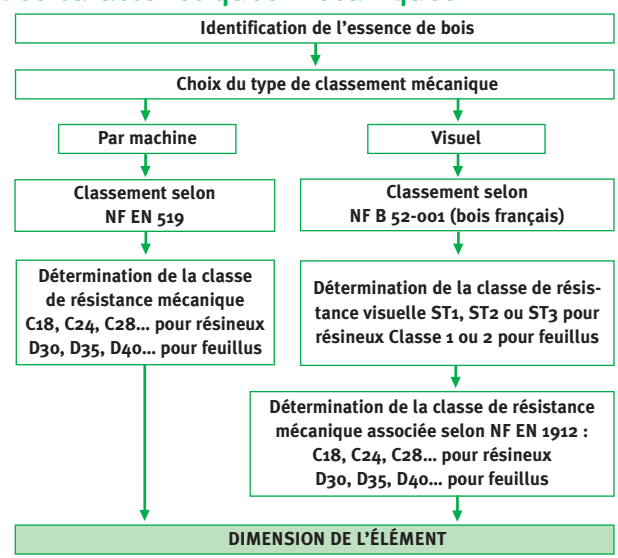
Dimensions courantes

- Largeur : de 15 à 200 mm
- Hauteur : de 25 à 300 mm
- Longueur : jusqu'à 6.00 m
- Classement structure

Les bois sont triés en lots homogènes de même résistance mécanique. Pour réaliser ce classement, deux méthodes existent.

La méthode visuelle en observant les défauts et les singularités du bois, selon la norme NF B 52-001, qui permet de trier en classes visuelles : ST-I, ST-II et ST-III pour les résineux, 1 et 2 pour les feuillus.

Synoptique de la démarche « détermination des caractéristiques mécaniques »



La méthode par machine en mesurant directement les propriétés mécaniques du bois, selon la norme NF EN 519, qui permet de trier automatiquement en classes mécaniques définies par la norme NF EN 338 : C18 à C30 pour les résineux, D30 à D70 pour les feuillus. L'ensemble des normes de classements visuels, utilisées par les pays membres de la Communauté européenne, sont référencées dans la norme NF EN 1912, qui indique pour chaque essence de bois classée, quelle est la classe mécanique correspondante.

Le tableau ci-contre indique la correspondance entre les classes mécaniques et les classes visuelles, en fonction des essences pour les bois français.

ESSENCES	CLASSE VISUELLE SELON NF B 52-001	CLASSE MECANIQUE SELON NF EN 338
Sapin, Epicéa, Pins, Douglas, Mélèze, Peuplier	ST-I ST-II ST-III	C 30 C 24 C 18
Chêne	1 2	D35 D30

Caractéristiques mécaniques pour le calcul

Le dimensionnement des sciages structuraux se fait conformément aux règles CB71 ou EC5 dans l'avenir.

Les contraintes, rigidités et masses volumiques sont données en fonction des paramètres suivants :

- Essence de bois : résineux et peupliers, ou feuillus
- Produits certifiés ou non
- Humidité des bois à 15% maximum, au-delà il faut appliquer un coefficient réducteur (cf. CB71 ou EC5).

Les contraintes admissibles utilisées avec les règles CB71 sont celles définies par la norme NF P 21-400.

Contraintes admissibles des bois massifs résineux et peuplier définies par NF P 21-400, pour calculs avec CB 71[7] (tab.2,1)

SYMBOLE	DÉSIGNATION	UNITÉ	PRODUITS NON CERTIFIÉS					PRODUITS CERTIFIÉS						
			C18	C22	C24	C27	C30	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
σ_f	Contrainte de flexion	N/mm²	8,0	10,0	11,0	12,0	13,2	8,5	10,5	11,5	13,0	14,3	16,7	19,0
σ	Contrainte de traction axiale	N/mm²	5,0	6,0	6,5	7,0	8,0	5,2	6,2	6,7	7,6	8,6	10,0	11,4
σ_t	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm²	0,13	0,2	0,2	0,2	0,2	0,13	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
σ'	Contrainte de compression axiale	N/mm²	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,4	11,9	12,4
σ'_t	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm²	2,1	2,2	2,3	2,5	2,5	2,3	2,4	2,5	2,7	2,7	2,9	3,0
τ	Contrainte de Cisaillement	N/mm²	0,9	1,1	1,1	1,2	1,3	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7
E_f	Module axiale	kN/mm²	8,0	9,0	10,0	10,5	11,0	9,0	10,0	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0
E_G	Module de cisaillement	kN/mm²	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,56	0,63	0,68	0,75	0,75	0,80	0,88
ρ_m	Masse volumique moyenne	kg/m³	380	410	420	450	460	380	410	420	450	460	480	500

[7 et 8] Les classes C35 et C40 ne peuvent s'obtenir que dans un classement machine.

Contraintes admissibles des bois massifs feuillus définies par NF P 21-400, pour calculs avec CB 71 (tab.2,2)

SYMBOLE	DÉSIGNATION	UNITÉ	PRODUITS NON CERTIFIÉS						PRODUITS CERTIFIÉS					
			D30	D35	D40	D50	D60	D70	D30	D35	D40	D50	D60	D70
σf	Contrainte de flexion	N/mm²	13,2	15,4	17,6	22,0	26,4	30,8	14,3	16,7	19,0	23,8	28,6	33,3
σ	Contrainte de traction axiale	N/mm²	7,9	9,2	10,5	13,2	15,8	18,5	8,6	10,0	11,4	14,3	17,1	20,0
σt	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm²	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
σ'	Contrainte de compression axiale	N/mm²	10,1	11,0	11,4	12,7	14,1	14,9	11,0	11,9	12,4	13,8	15,2	16,2
$\sigma' t$	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm²	3,5	3,7	3,9	4,3	4,6	4,9	3,8	4,0	4,2	4,6	5,0	6,4
τ	Contrainte de Cisaillement	N/mm²	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,6	1,4	1,6	1,8	2,2	2,5	2,9
Ef	Module axiale	kN/mm²	9,0	9,5	10,0	12,5	15,0	18,0	10,0	11,0	11,0	14,0	17,0	20,0
EG	Module de cisaillement	kN/mm²	0,55	0,60	0,65	0,80	0,95	1,10	0,60	0,65	0,70	0,80	1,06	1,25
ρm	Masse volumique moyenne	kg/m³	640	670	700	780	840	1080	640	670	700	780	840	1080

Contraintes caractéristiques des bois massifs résineux définies par NF EN 338, pour calculs avec EC5[8] (tab.2,3)

SYMBOLE E	DÉSIGNATION	UNITÉ	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
$f_{m,k}$	Contrainte de flexion	N/mm²	14	16	18	22	24	27	30	35	40
$f_{t,o,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm²	8	10	11	13	14	16	18	21	24
$f_{t,90,k}$	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm²	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
$f_{c,o,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm²	16	17	18	20	21	22	23	25	26
$f_{c,90,k}$	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm²	2,0	2,2	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
$f_{v,k}$	Contrainte de Cisaillement	N/mm²	1,7	1,8	2,0	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8
$E_{o,mean}$	Module moyen axiale	kN/mm²	7	8	9	10	11	11,5	12	13	14
$E_{o,05}$	Module axiale au 5e pourcentile	kN/mm²	4,7	5,4	6,0	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4
$E_{90,mean}$	Module moyen transversal	kN/mm²	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47
G_{mean}	Module de cisaillement	kN/mm²	0,44	0,50	0,56	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88
ρk	Masse volumique caractéristique	kg/m³	290	310	320	340	350	370	380	400	420
$\rho mean$	Masse volumique moyenne	kg/m³	350	370	380	410	420	450	460	480	500

Contraintes caractéristiques des bois massifs feuillus définies par NF EN 338, pour calculs avec EC5 (tab.2,4)

SYMBOLE	DÉSIGNATION	UNITÉ	D30	D35	D40	D50	D60	D70
$f_{m,k}$	Contrainte de flexion	N/mm²	14	16	18	22	24	27
$f_{t,o,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm²	8	10	11	13	14	16
$f_{t,90,k}$	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm²	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
$f_{c,o,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm²	16	17	18	20	21	22
$f_{c,90,k}$	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm²	4,3	4,6	2,3	4,8	5,1	5,3
$f_{v,k}$	Contrainte de Cisaillement	N/mm²	1,7	1,8	2,0	2,4	2,5	2,8
$E_{o,mean}$	Module moyen axiale	kN/mm²	7	8	9	10	11	12
$E_{o,05}$	Module axiale au 5^{e} pourcentile	kN/mm²	4,7	5,4	6,0	6,7	7,4	8,0
$E_{90,mean}$	Module moyen transversal	kg/m³	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40
G_{mean}	Module de cisaillement	kg/m³	0,44	0,50	0,56	0,63	0,69	0,75
ρ_k	Masse volumique caractéristique	kg/m³	290	310	320	340	350	370
ρ_{mean}	Masse volumique moyenne	kg/m³	350	370	380	410	420	450

Tolérances dimensionnelles

Les écarts admissibles par rapport aux dimensions nominales des sections à l'humidité de référence de 20 % doivent être les suivants :

- Épaisseurs et largeurs $<$ 100 mm : +3 mm/ -1 mm
- Épaisseurs et largeurs $>$ 100 mm : +4 mm/ -2 mm

Les tolérances sur la longueur des pièces doivent être fixées contractuellement car elles ne sont pas normalisées.

Utilisations possibles

Afin d'optimiser l'utilisation des sciages classés, les utilisations possibles en structure des différentes classes sont indiquées dans le tableau suivant :

TYPE DE STRUCTURE	ST-I C30	ST-II C24	ST-III C18
Charpente traditionnelle		X	X
Charpente industrielle		X	
Charpente lamellée-collée	X	X	
Ossature bois		X	X

Système certification qualité

Les sciages résineux sont certifiés par la marque « CTB Sawn timber ». Les caractéristiques certifiées sont le classement d'aspect, la précision du sciage, les caractéristiques mécaniques pour les bois de structure (optionnel) et l'humidité des bois pour les bois secs (optionnel).

Les sciages feuillus sont également certifiés par la marque « CTB Sawn timber ». Les caractéristiques certifiées sont le classement d'aspect, la composition des lots, les dimensions et tolérances et l'homogénéité du séchage.

Bois ronds structuraux

Les bois ronds structuraux sont des bois abattus ébranchés, écimés et tronçonnés. Ils sont destinés à la réalisation d'équipements extérieurs tels que des clôtures, des barrières, des poteaux... Les utilisations dans les constructions se limitent à ce jour aux bâtiments en bois massifs composés de rondins empilés, et aux bâtiments agricoles. Les rondins sont des troncs d'arbres dépouillés de leur écorce, employés pour la réalisation de fermes, de parois, d'échafaudages ou de poteaux.

Caractéristiques et dimensionnement

Les dimensions courantes sont de 8 à 20 cm pour le diamètre et jusqu'à 6 m pour la longueur.
Actuellement, il n'existe pas de classement d'aspect et de structure pour les bois ronds. Seules des normes de classement qualitatif des grumes permettent de trier et de sélectionner les bois avant usinage. Par ailleurs, un programme européen de recherche est en cours sur les techniques de caractérisations de ces bois, notamment par machine à rayons X, afin de permettre une plus grande utilisation dans les constructions.

© CTBA

Fig. 2,2
Un classement de structure permettra de développer l'usage des bois ronds en structure.

Fig. 2,3
L'aboutage permet d'éliminer les nœuds et autres singularités pour fabriquer cet arbalétrier.

Tolérances dimensionnelles

Les écarts admissibles par rapport aux dimensions nominales des sections à l'humidité de référence de 20 % doivent être les suivants :

- Bois grossièrement équarris : ± 5 % sur le diamètre
- Rondins usinés : ± 2 % sur le diamètre

Les tolérances sur la longueur des pièces doivent être fixées contractuellement, car elles ne sont pas normalisées.

© CTBA

Bois aboutés

Le bois abouté est obtenu par collage bout à bout de deux ou plusieurs lames de bois massifs. Il est employé pour fabriquer des poutres en bois lamellé-collé, des membrures pour poutres en I et des pannes

© CNDB

ou de chevrons. Les essences les plus couramment utilisées sont le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre et le douglas.

Caractéristiques et dimensionnement

Les caractéristiques et dimensionnement des bois aboutés sont identiques aux bois employés. Les sections des lames à abouter dépendent de leur destination.

- Charpente en bois lamellé-collé : section réglementée par la norme NF EN 386
- Membrures pour poutres en I : section maximale de 63 x 100 mm
- Pannes en bois massifs ou de chevrons de section maximale 250 x 100 mm : section maximale des lames de 63 x 240 mm.

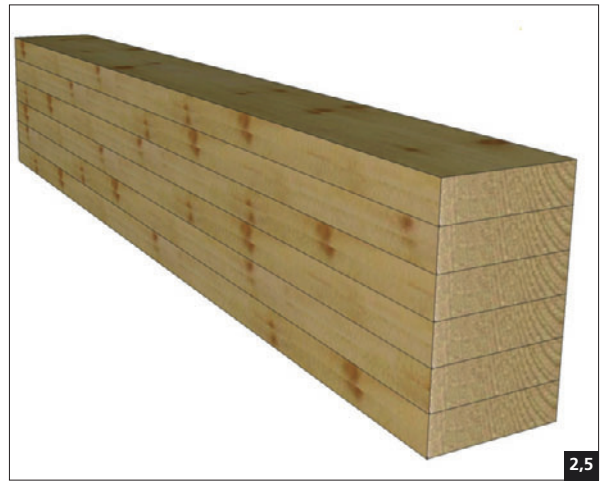
Système certification qualité

Les bois aboutés sont certifiés par la marque « CTB Éléments de structure en bois CTB-AB ». Les caractéristiques certifiées sont la qualité des bois, les adhésifs, les paramètres de fabrication et la qualité des aboutages.

2,4 © CTBA

Bois lamellés-collés (BLC)

Le bois lamellé-collé est obtenu par collage de lamelles de bois dont le fil est généralement parallèle. On distingue le bois lamellé-collé horizontal qui a les plans de collages perpendiculaires à la hauteur de la poutre et le bois lamellé-collé vertical qui a les plans de collages perpendiculaires à l'épaisseur de la poutre.



2,5 © Yves Benoît

2,6 © Yves Benoît

Fig. 2,4
Le bois abouté est employé pour fabriquer des charpentes en bois lamellé-collé, des membrures pour poutres en I et des pannes ou de chevrons.

Fig. 2,5
Le bois lamellé-collé horizontal a les plans de collages perpendiculaires à la hauteur de la poutre.

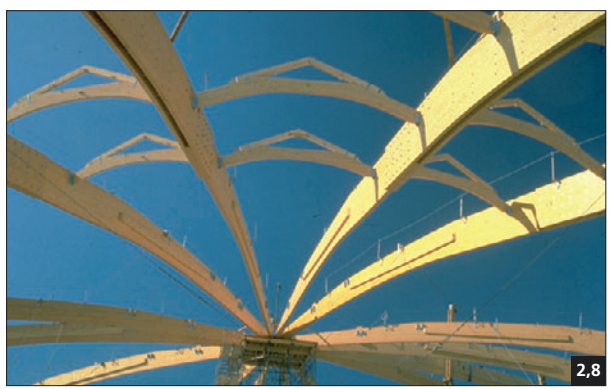
Fig. 2,6
Le bois lamellé-collé vertical a les plans de collages perpendiculaires à l'épaisseur de la poutre.

Caractéristiques et dimensionnement

Les poutres en bois lamellé-collé peuvent être composées soit de lamelles de bois massif de classes

© Bernard Legrand

Fig. 2,7
Une poutre à inertie constante à la même section sur toute sa longueur.



© CTBA

Fig. 2,8
Une poutre à inertie variable à une hauteur plus importante dans la zone où elle est plus sollicitée.

mécaniques identiques (lamellé-collé homogène), soit de lamelles de bois massif et de classes mécaniques différentes (lamellé-collé panaché). Les poutres peuvent être à inertie constante ou à inertie variable.

Les essences les plus couramment utilisées sont le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre et le douglas.

Les dimensions courantes varient en largeur de 60 à 240 mm, en hauteur de 100 à 600 mm et en longueur jusqu'à 40 m.

L'humidité moyenne des bois est de 11 % à 12 %.
De nombreuses singularités sont éliminées lors de l'aboutage tels que les nœuds vicieux et non adhérents, flèches, gerces, nœuds au droit des aboutages...

Classes de résistances mécaniques

Les classes de résistances mécaniques des éléments en bois lamellé-collé sont définies à partir des classes de résistance des lamelles, de la manière suivante :

CLASSE DE RESISTANCE DU BOIS LAMELLÉ-COLLÉ	GL24	GL28	GL32
Bois lamellé-collé homogène	C24	C30	C40
Bois lamellé-collé panaché			
Lamelles extérieures	C24	C30	C40
Lamelles intérieures	C18	C24	C30

Caractéristiques mécaniques pour le calcul

Le dimensionnement des poutres en bois lamellé-collé se fait conformément aux règles CB71 ou EC5 dans l'avenir. Les contraintes, rigidités et masses volumiques sont données en fonction des paramètres suivants :

- Qualité des lamelles : homogènes ou panachées
- Produits certifiés ou non
- Humidité des bois à 15% maximum

Contraintes admissibles des bois lamellés-collés non certifiés définies par NF P 21-400, pour calculs avec CB 71 (tab.2,5)

SYMBOLE	DÉSIGNATION	UNITÉ	LAMELLÉS-COLLÉS HOMOGÈNES		LAMELLÉS-COLLÉS PANACHÉS	
			GL24H	GL28H	GL24C	GL28C
σ_f	Contrainte de flexion	N/mm²	10,9	12,7	10,9	12,7
σ	Contrainte de traction axiale	N/mm²	7,5	8,9	6,4	7,5
σ_t	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm²	0,2	0,2	0,2	0,2
σ'	Contrainte de compression axiale	N/mm²	10,9	12,0	9,5	10,9
σ'_t	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm²	2,4	2,8	2,2	2,4
ι	Contrainte de cisaillement	N/mm²	1,2	1,5	1,0	1,2
Ef	Module axiale	kN/mm²	10,5	11,5	10,5	11,5
EG	Module de cisaillement	kN/mm²	0,65	0,70	0,55	0,65
ρ_m	Masse volumique moyenne	kg/m³	440	480	420	460

Contraintes admissibles des bois lamellés-collés certifiés définies par NF P 21-400, pour calculs avec CB 71 (tab.2,6)

SYMBOLE	DÉSIGNATION	UNITÉ	LAMELLÉS-COLLÉS HOMOGÈNES				LAMELLÉS-COLLÉS PANACHÉS			
			GL24H	GL28H	GL32H	GL36H	GL24C	GL28C	GL32C	GL36C
σ_f	Contrainte de flexion	N/mm²	11,4	13,3	15,2	17,1	11,4	13,3	15,2	17,1
σ	Contrainte de traction axiale	N/mm²	7,9	9,3	10,7	12,4	6,7	7,9	9,3	10,7
σ_t	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm²	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
σ'	Contrainte de compression axiale	N/mm²	11,4	12,6	13,8	14,8	10	11,4	12,6	13,8
σ'_t	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm²	2,6	2,8	3,2	3,4	2,2	2,6	2,8	3,2
ι	Contrainte de cisaillement	N/mm²	1,3	1,5	1,8	2,0	1,0	1,3	1,5	1,8
Ef	Module axiale	kN/mm²	11,6	12,6	13,7	14,7	11,6	12,6	13,7	14,7
EG	Module de cisaillement	kN/mm²	0,72	0,78	0,85	0,91	0,59	0,72	0,78	0,85
ρ_m	Masse volumique moyenne	kg/m³	440	480	520	560	420	460	500	540

Contraintes caractéristiques des bois lamellés-collés définies par NF EN 1194, pour calculs avec EC5 (tab.2,7)

SYMBOLE	DÉSIGNATION	UNITÉ	LAMELLÉS-COLLÉS HOMOGÈNES				LAMELLÉS-COLLÉS PANACHÉS			
			GL24H	GL28H	GL32H	GL36H	GL24C	GL28C	GL32C	GL36C
$f_{m,g,k}$	Contrainte de flexion	N/mm²	24	28	32	36	24	28	32	36
$f_{t,0,g,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm²	16,5	19,5	22,5	26,0	14,0	16,5	19,5	22,5
$f_{t,90,g,k}$	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm²	0,40	0,45	0,50	0,60	0,35	0,40	0,45	0,50
$f_{c,0,g,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm²	24	26,5	29	31	21	24	26,5	29
$f_{c,90,g,k}$	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm²	2,7	3,0	3,3	3,6	2,4	2,7	3,0	3,3
$f_{v,g,k}$	Contrainte de cisaillement	N/mm²	2,7	3,2	3,8	4,3	2,2	2,7	3,2	3,8
$E_{0,g,mean}$	Module moyen axiale	kN/mm²	11,6	12,6	13,7	14,7	11,6	12,6	13,7	14,7
$E_{0,g,05}$	Module axiale au 5e pourcentile	kN/mm²	9,4	10,2	11,1	11,9	9,4	10,2	11,1	11,9
$E_{90,g,mean}$	Module moyen transversal	kN/mm²	0,39	0,42	0,46	0,49	0,32	0,39	0,42	0,46
$G_{g,mean}$	Module de cisaillement	kN/mm²	0,75	0,78	0,85	0,91	0,59	0,72	0,78	0,85
$\rho_{g,k}$	Masse volumique carctéristique	kg/m³	380	410	430	450	350	380	410	430

Classes de service des éléments lamellés-collés

La norme NF EN 1995 (NF P 21-711) : EC 5 – Eurocode 5 : calcul des structures en bois, définie des classes de services d'utilisation des éléments en bois, correspondant à une ambiance donnée (température et humidité) :

- Classe de service 1 : la teneur en humidité dans les matériaux correspond à une température de 20°C et une humidité relative ambiante ne dépassant 65 % que quelques semaines par an (humidité du bois résineux de 12 %).
- Classe de service 2 : la teneur en humidité dans les matériaux correspond à une température de 20°C et une humidité relative ambiante ne dépassant 85 % que quelques semaines par an (humidité du bois résineux de 20 %).
- Classe de service 3 : conditions climatiques conduisant à des taux d'humidité plus élevés qu'en classe 2.

Épaisseurs des lamelles

Le tableau suivant définit les valeurs maximales des épaisseurs et des aires des sections des lamelles en fonction des classes de service.

Valeurs maximales des épaisseurs et des aires des sections des lamelles (tab.2,8)

CLASSE DE SERVICE		1	2	3
Résineux	épaisseur (cm)	4,5	4,5	3,5
	section (cm²)	100	90	70
Feuillus	épaisseur (cm)	4,0	4,0	3,5
	section (cm²)	75	75	60

L'épaisseur est aussi déterminée par le rayon du cintrage et par la résistance caractéristique en flexion des aboutages.

Classes d'emploi (classe de risques d'attaques biologiques)

Selon sa fonction et sa localisation dans la construction, l'élément en bois lamellé-collé doit être utilisable dans des conditions correspondant à une classe d'emploi définie. Il est préférable de concevoir des ouvrages en bois lamellé-collé avec les classes d'emploi 1 et 2. Les classes d'emploi 3 et 4 nécessitent de nombreuses précautions (collage, préservation, assemblages...).

Essences utilisables

Le tableau suivant indique par essences de bois utilisées en France pour la fabrication de poutre en bois lamellé-collé, la technique de collage, la classe d'emploi maximum pouvant être atteinte avec traitement de préservation ou sans traitement mais en purgeant l'aubier du bois, et la résistance naturelle de l'essence à l'attaque de termites.

Système certification qualité

Les poutres en bois lamellé-collé sont certifiées par la marque ACERBOIS GLULAM. Les caractéristiques certifiées sont le classement des lamelles, les caractéristiques des aboutages en flexion, les caractéristiques du collage (cisaillement et/ou délamination) et le classement des éléments en bois lamellé-collé.

Bois massif reconstitué (BMR)

Le bois massif reconstitué est fait de lamelles de fortes épaisseurs et de sections importantes. Il existe du bois massif contrecollé et du bois lamellé-collé contrecollé. Les bois massifs reconstitués sont couverts par la norme NF B 52-010.

Caractéristiques et dimensionnement

Le bois massif contrecollé est obtenu par collage à plat de 2 ou plusieurs lames de bois massifs dont les épaisseurs et sections unitaires ne sont pas couvertes par la norme NF EN 386 relative aux prescriptions de fabrication du lamellé-collé. Le bois lamellé-collé contrecollé est obtenu par collage de poutres lamellé-collé élémentaires. Cela permet d'augmenter la hauteur, la largeur, de fabriquer des poutres caissons ou de réaliser des bandeaux circulaires.

Tab. 2,9
Durabilité des principales essences de bois utilisées pour la fabrication du BLC.

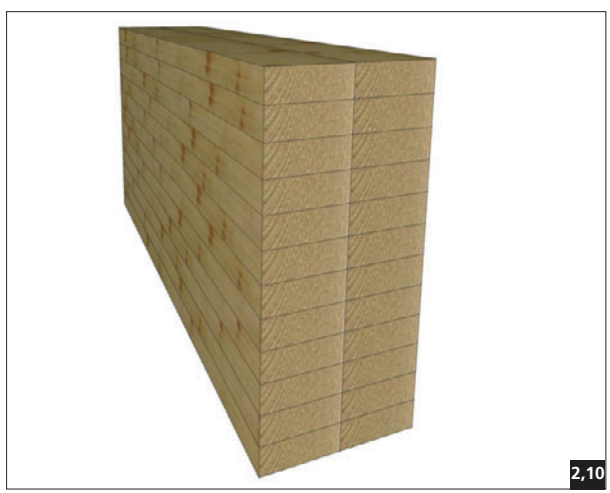
ESSENCE DE BOIS	COLLAGE	AVEC TRAITEMENT	SANS TRAITEMENT	TERMITE
Châtaignier	avec précautions	3	3	moyenne
Chêne	avec précautions	3	3	non
Douglas	courant	3	3*	non
Épicéa	courant	2		non
Mélèze	courant	3	3*	non
Pins-sylvestres	courant	3	3*	non
Pins maritimes	courant	3	3*	non
Sapin	courant	2	3	non
Western Red Cedar	courant	3	3	non
Doussié, Merbau, Moabi, Padouk	avec précautions		4*	bonne
Tatajouba	avec précautions		4*	moyenne
Iroko	avec précautions		3*	bonne

* uniquement pour des ouvrages d'une durée de vie prévue < 50 ans.

tab. 2,9

© Yves Benoît

Fig. 2,9
Le bois massif contrecollé est obtenu par collage à plat de 2 ou plusieurs lames de bois massifs.



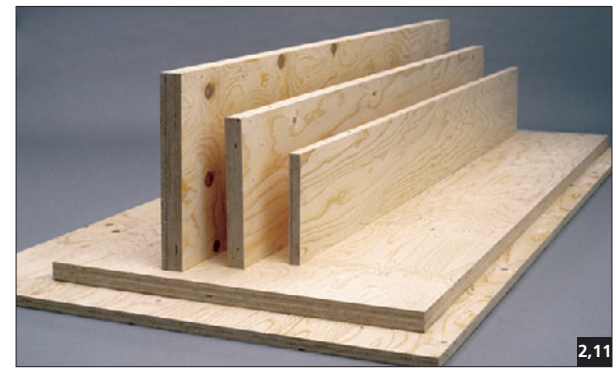
© Yves Benoît

Fig. 2,10
Le bois lamellé-collé contre-collé est obtenu par collage de poutres lamellées-collées élémentaires face contre face.

Les essences les plus couramment utilisées sont le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre ou le douglas.

Lamibois (LVL)

Le terme lamibois est l'équivalent français officiel du terme LVL *(Laminated Veneer Lumber)*. Composé de placages minces recollés à fil parallèle, il se présente en plateaux larges, dans une gamme d'épaisseur variant en fonction du nombre de plis assemblés (épaisseur d'un pli de l'ordre de 3 mm), et en longueurs importantes, jusqu'à 25 m. Pour obtenir ces



© Finnforest France

Fig. 2,11
Le lamibois est composé de placages minces recollés à fil parallèle. Il est très fréquemment employé en structure.

grandes longueurs chaque pli de placage est assemblé en bout par un scarfage (joint en sifflet) ou par un court recouvrement longitudinal sur le pli suivant. Pour améliorer la stabilité du matériau et notamment éviter le tuilage, certains producteurs disposent quelques plis avec le fil perpendiculaire à l'axe principal du plateau. Les caractéristiques mécaniques sont supérieures à celles du bois massif (les contraintes axiales font le double), car il est plus homogène, les zones de placage avec des défauts étant éliminées. Ce matériau est essentiellement employé en structure. Il peut être utilisé par recoupe de plateaux en membrure de poutre composite en I, ou disposé sur chant, directement comme poutre à section rectangulaire, ou encore comme un panneau autoporteur à plat, en support de couverture ou en plancher.

Caractéristiques et dimensionnement

Les dimensions courantes sont de 25 à 75 mm pour l'épaisseur, 1,80 m pour la largeur et 18 m pour la longueur.

Le dimensionnement des éléments se fait conformément aux règles CB71 ou EC5 dans l'avenir. Pour l'utilisation des règles CB71, les contraintes admissibles à utiliser sont celles données par le fabricant.

Le lamibois permet d'obtenir des poutres avec un grand élancement (rapport entre l'épaisseur, la hauteur et la longueur libre de la poutre). Cette conception

2,12 © CNDB

est économique mais elle nécessite de respecter de nombreuses précautions notamment celles qui sont liées au déversement, au fluage (influence du temps)... Par ailleurs, si un traitement de préservation contre les champignons lignivores est nécessaire celui-ci doit être défini avec le fabricant.

Poutres reconstituées

On considère ici deux produits relativement proches obtenus par recollage de placages, désignés par leur sigle nord-américain, en raison de leur origine.

Les PSL *(Parallel Strand lumber)*. Éléments longilignes constituant, directement ou par refente, une gamme de dimensions de poutres de structures. Ils sont constitués de bandes de placages étroites et longues (chutes de placages de 3 mm par 2 400 mm) disposées à fils parallèles, encollées et pressées en continu (par exemple le « Parallam »).

2,13 © CNDB

Les LSL *(Laminated Strand lumber)*. Éléments plans, en plateaux (comme le lamibois). Ils sont constitués de bandes de placages étroites plus courtes que celles des PSL (environ 3 x 30 x 300 mm, disposées à fils parallèles, encollées et pressées (par exemple le « Timberstrand »).

Caractéristiques et dimensionnement

Matériaux à vocation essentiellement structurelle, ils se présentent, pour les PSL, en une gamme de poutres préfabriquées de fortes sections, pour les LSL en plateaux larges dans une gamme d'épaisseur allant de 30 à 140 mm (par exemple).

Ces matériaux, peu dispersifs par nature et maîtrisés par leur processus de fabrication, présentent des caractéristiques mécaniques élevées en matière de contraintes de travail axiales : de l'ordre du double d'un bois massif.

Les PSL sont utilisés comme poutres, tels qu'ils se présentent (hormis la mise à longueur et les usinages d'assemblages éventuels), tandis que les LSL sont surtout employés comme panneaux autoporteurs à plat.

Dimensions courantes du PSL

Largeur : 200 mm
Hauteur : 300 mm
Longueur : jusqu'à 20 m

Dimensions courantes du LSL

Épaisseur : 30 à 140 mm
Largeur : 2,50 m
Longueur : jusqu'à 10 m

Le dimensionnement des éléments se fait conformément aux règles CB71 ou EC5 dans l'avenir. Pour l'utilisation des règles CB71, les contraintes admissibles à utiliser sont celles données par le fabricant. À l'heure actuelle, seul le PSL (Parallam) a fait l'objet d'une enquête de technique nouvelle de la part d'une société de contrôle technique de la construction.

Fig. 2,12
Le lamibois est utilisé soit en membrure de poutre composite en I, soit disposé sur chant, directement comme poutre à section rectangulaire.

Fig. 2,13
Les PSL sont des poutres constituées de bandes de placages étroites et longues.

Marquage CE

Composants bois pour la structure
Les différents systèmes d'attestation de conformité sont définis dans le chapitre «Foire aux questions». Les exigences pour les composants bois de structure sont définies dans le tableau «Niveau d'attestation exigé pour les bois de structure».

Niveau d'attestation exigé pour les bois de structure (tab.2,10)

BOIS DE STRUCTURE	NIVEAU DE CONFORMITÉ	RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE
Bois massifs	2 +	NF EN 14081
Bois ronds	2 +	NF EN 14544
Bois aboutés	1	NF EN 15497
Bois lamellés collés	1	NF EN 14080
Bois massifs reconstitués	1	NF EN 14374
Stucture en bois LVL (laminated Veneer Lumber)	1	NF EN 14374
Panneaux LVL	2 +	NF EN 14279
Poutre reconstituées (PSL et LSL)	Selon Agrément technique européen	

Panneaux dérivés du bois

Les panneaux dérivés du bois sont largement utilisés dans la construction du bâtiment. Les panneaux OSB ont actuellement remplacé dans la grande majorité des applications les panneaux de particules et contreplaqués. D'autres types de panneau, comme le panneau de fibre, ont évolué pour des applications spécifiques, comme la résistance mécanique, l'emploi en milieu humide et l'isolation thermique.

Panneaux OSB

Ce panneau est constitué de grandes lamelles orientées et liées entre elles par un collage organique. Les lamelles des couches externes sont disposées parallèlement à la longueur du panneau. Les lamelles de la couche interne peuvent être orientées aléatoirement ou alignées, généralement perpendiculairement à la direction des lamelles externes.

L'appellation OSB est l'acronyme de sa dénomination anglo-saxonne *(Oriented Strand Board)*.
Ce produit est à différencier du Wafer board qui est aussi à grandes lamelles mais non orientées, ce qui conduit à des propriétés physiques et mécaniques similaires dans les deux directions du plan.

© ISOROY

Fig. 2,14
Ce panneau est constitué de grandes lamelles orientées perpendiculairement les unes par rapport aux autres.

Classification

Les panneaux OSB peuvent être classés selon différents critères. Quatre types de panneaux peuvent se rencontrer, selon les exigences de la norme NF EN 300 :
- OSB 1 : panneau pour usage général en milieu sec (classe d'emploi 1).
- OSB 2 : panneau travaillant utilisé en milieu sec (classe d'emploi 1).
- OSB 3 : panneau travaillant utilisé en milieu humide (classe d'emploi 2).
- OSB 4 : panneau travaillant sous contrainte élevée en milieu humide (classe d'emploi 2).

L'OSB présente des propriétés de flexion et de variation dimensionnelle très nettement différenciées selon la direction du plan du panneau. Le rapport d'anisotropie est de l'ordre de 2.

La norme NF EN 300 recommande un code de couleur à apposer sur les panneaux afin d'identifier la qualité du panneau :

- Première couleur :
  - Blanc : usage général
  - Jaune : usage travaillant
- Deuxième couleur :
  - Bleu : milieu sec
  - Vert : milieu humide

Dimensions courantes

- Épaisseur : 6, 8, 10,12, 15, 18, 22 mm
- Largeur : 1,20 m, 2,50m
- Longueur : 2,50 m, 5,00 m

Caractéristiques mécaniques pour le calcul

Le dimensionnement des panneaux OSB se fait conformément aux règles CB71 ou EC5 dans l'avenir. Les contraintes, rigidités et masses volumiques sont données en fonction des paramètres suivants :

- Panneaux conformes à NF EN 300
- Qualité des panneaux travaillants : OSB/2, OSB/3 et OSB/4
- Du sens du fil du bois : parallèle ou perpendiculaire
- Épaisseurs des panneaux
- Humidité des panneaux à 15 % maximum, au-delà il faut appliquer un coefficient réducteur (cf. CB71 ou EC5).

Les propriétés de fluage des panneaux OSB 3 et 4, sont situées entre celles du bois massif et des panneaux de particules classiques.

Système certification qualité

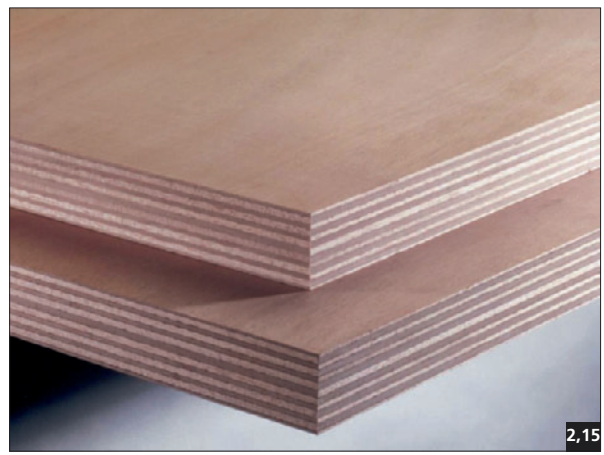
Certification individuelle panneaux OSB.
Certification collective en cours de préparation.
Caractéristiques certifiées :

- Tolérances dimensionnelles
- Humidité
- Tolérance sur la masse volumique
- Gonflement en épaisseur après immersion dans l'eau
- Traction perpendiculaire aux faces
- Contrainte de rupture en flexion et module d'élasticité
- Teneur en formaldéhyde

Contreplaqués

Le contreplaqué peut être un panneau plat ou moulé. Il est composé par un empilage de plis de bois seuls ou associés à une âme (de panneau latté ou lamellé) ou à des feuilles de matériaux non dérivés du bois (matériau isolant par exemple). La cohésion entre les couches de l'empilage est assurée par un liant organique.

Pour l'usage courant, les placages sont obtenus par déroulage des grumes (débit sur dosse pure) ; pour les panneaux contreplaqués destinés à recevoir une finition translucide, les placages des couches de surfaces sont généralement obtenus par tranchage. Les épaisseurs courantes de placage vont de 10 à 30/10 mm. Un traitement éventuel des placages (ignifugation, préservation par biocide) peut être introduit avant le collage des plis.



© JOUBERT

Fig. 2,15
Le contreplaqué est un panneau composé d'un empilage de plis de bois croisés à 90° entre eux.

Classification

Le panneau contreplaqué le plus courant présente :

- Une composition symétrique dans l'épaisseur

• Les plis contigus sont croisés à 90° entre eux
• Les plis sont constitués de placages jointés sur leurs rives, plusieurs peuvent être empilés fil sur fil pour former une couche. Si les couches fil sur fil dominent, on obtient un panneau lamibois.
Les panneaux contreplaqués peuvent être classés selon différents critères. La qualité du collage est fonction de la classe d'emploi selon les exigences de la norme NF EN 636 :
• Panneaux travaillant utilisés en milieu sec (classe d'emploi 1)
• Panneaux travaillant utilisés en milieu humide (classe d'emploi 2)
• Panneaux travaillant utilisés en milieu extérieur (classe d'emploi 3)

Dimensions courantes

• Épaisseur : 6, 8, 10, 12, 15, 18, 22, 25, 30 mm
• Largeur : 1,20 m, 1,50 m
• Longueur : 2,50 m, 3,10 m
Le fil du bois des plis extérieurs est dans la longueur du panneau.

Caractéristiques mécaniques pour le calcul

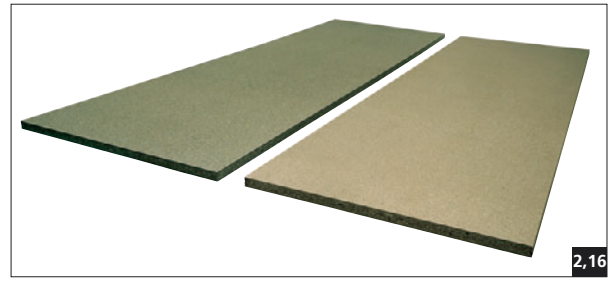
Le dimensionnement des structures en bois se fait conformément aux règles CB71 ou EC5 dans l'avenir. Les contraintes, rigidités et masses volumiques dépendent des essences des placages et de la composition du panneau.
Le contreplaqué est typiquement un panneau travaillant. La connaissance de ses propriétés mécaniques est donc primordiale. Les plus couramment utilisés font appel à la flexion (module ou contrainte). Pour certains usages (poutres en « I », poutres caissons, goussets… la connaissance des caractéristiques en cisaillement de voile est également critique.

Système certification qualité

Les contreplaqués sont certifiés par la marque « NF Extérieur CTB-X » pour un emploi extérieur et par la marque « NF Coffrage CTB-C » pour un emploi de coffrage. Les caractéristiques certifiées sont :
• Durabilité et qualité des essences utilisées
• Qualité du collage après immersion
• Qualité des faces et des plis intérieurs
• Modules d'élasticité
• Tolérances sur l'épaisseur
La certification individuelle : panneaux à usage de menuiserie intérieure.

Panneaux de particules

Ce panneau est constitué de particules de bois (grands copeaux, particules, copeaux de rabotage, sciures) et/ou autre matériau lignocellulosique en formes de particules (amas de chanvre, amas de lin, fragments de bagasse) avec addition d'un liant organique ou d'un liant minéral.



© Kronospan

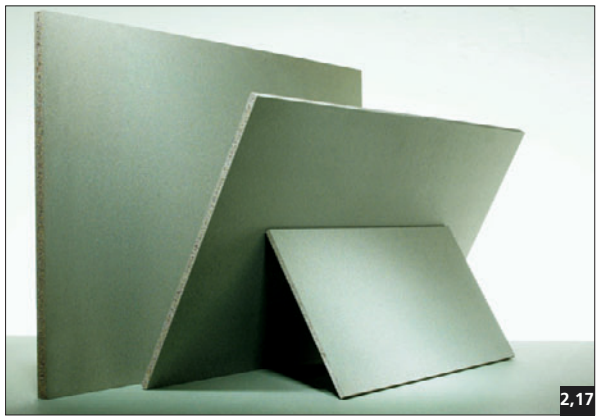
Fig. 2,16
Ce panneau est constitué de particules de bois collées avec un liant organique.

Classification

Les panneaux de particules peuvent être classés selon différents critères selon les exigences de la norme NF EN 312 :
• P1 : Panneaux pour usage général utilisés en milieu sec (classe d'emploi 1)
• P2 : Panneaux pour agencements intérieurs, y compris meubles, utilisés en milieu sec (classe d'emploi 1)
• P3 : Panneaux non travaillant utilisés en milieu humide (classe d'emploi 2)
• P4 : Panneaux travaillant utilisés en milieu sec (classe d'emploi 1)

• P5 : Panneaux travaillant utilisés en milieu humide (classe d'emploi 2)
• P6 : Panneaux travaillant sous contrainte élevée utilisés en milieu sec (classe d'emploi 1)
• P7 : Panneaux travaillant sous contrainte élevée utilisés en milieu humide (classe d'emploi 2).

On trouve également des panneaux spéciaux : panneaux avec résistance améliorée vis à vis des attaques biologiques, panneaux ignifugés, panneaux pour isolation acoustique. Les panneaux de particules liés au ciment ont un risque d'attaque par des agents lignivores insignifiants dans toutes les classes de risque.
La norme NF EN 309 recommande un code de couleur à apposer sur les panneaux afin d'identifier la qualité du panneau :
• Première couleur :
  Blanc : usage général
  Jaune : usage travaillant
• Deuxième couleur :
  Bleu : milieu sec
  Vert : milieu humide


2,17
© ISOROY

Dimensions courantes
• Épaisseur : 6, 8, 10, 12, 15, 19, 22, 25, 30 mm
• Largeur : 0,60 m, 0,90 m, 1,20 m
• Longueur : 2,00 m, 2,50 m, 3,00 m

Caractéristiques mécaniques pour le calcul
Le dimensionnement des panneaux de particules se fait conformément aux règles CB71 ou EC5 dans l'avenir. Les contraintes, rigidités et masses volumiques sont données en fonction des paramètres suivants :
• Qualité des panneaux travaillant : en milieu sec (NF EN 312/P4) ou milieu humide (NF EN 312/P5)
• Épaisseurs des panneaux
• Humidité des panneaux à 15 % maximum ; au-delà, il faut appliquer un coefficient réducteur (cf. CB71 ou EC5).

Système certification qualité
Les panneaux de particules sont certifiés par la marque « CTB-S » pour les emplois en milieu sec et « CTB-H » si les panneaux ont un risque d'humidification temporaire. Les caractéristiques certifiées sont :
• Tolérances dimensionnelles
• Humidité
• Tolérance sur la masse volumique
• Gonflement en épaisseur après immersion dans l'eau
• Traction perpendiculaire aux faces
• Contrainte de rupture en flexion et module d'élasticité
• Arrachement de vis en parement (excepté le CTB-H)
• Teneur en formaldéhyde.

Le comportement du panneau par rapport au classement normalisé en réaction au feu (M1 ou M2) est certifié par la marque « NF Réaction au feu ».

Fig. 2,17
La qualité de ces panneaux est identifiée par la couleur verte. Ils sont conçus pour un usage en milieu humide.

Panneaux de fibres

Ce panneau est constitué de fibres de bois d'une épaisseur supérieure ou égale à 1,5 mm, obtenues à partir de fibres lignocellulosique. La cohésion provient soit du feutrage de ces fibres et de leurs propriétés adhésives intrinsèques, soit de l'addition aux fibres d'un liant synthétique.

Caractéristiques et dimensionnement

Les panneaux de fibres sont classés, selon leur mode de fabrication, le procédé à sec (masse volumique ⩾ 600 kg/m³) et le procédé humide. On en distingue plusieurs types selon leur masse volumique :

- Panneaux isolants (masse volumique ⩽ 400kg/m³).
- Panneaux mi-durs (masse volumique ⩾ 400 et ⩽ 900 kg/m³). On différencie les panneaux mi-durs de faible masse volumique (400 kg/m³ à 560 kg/m³), et les panneaux mi-durs de forte masse volumique (560 à 900 kg/m³).
- Panneaux durs (masse volumique ⩾ 900 kg/m³).

Les panneaux dits « panneaux de fibres à moyenne densité » (MDF) sont fabriqués à l'aide d'un liant synthétique avec l'action de la chaleur et de la pression.

Différents types de panneaux peuvent se rencontrer :

- Panneau pour usage général en milieu sec (classe d'emploi 1).
- MDF LA : panneau travaillant utilisé en milieu sec (classe d'emploi 1).
- MDF-HLS : panneau travaillant utilisé en milieu humide (classe d'emploi 2).
- Panneaux ignifugés dans la masse.
- Panneau cintrable.
- Panneau pour presse à membrane.
- MDF-HDF : panneau haute densité.
- Panneau léger.

La norme NF EN 316 recommande un code de couleur à apposer sur les panneaux afin d'identifier la qualité du panneau :

- Première couleur :
  - Blanc : usage général
  - Jaune : usage travaillant
- Deuxième couleur :
  - Bleu : milieu sec
  - Vert : milieu humide
  - Brun : milieu extérieur

Dimensions courantes

- Épaisseur : 3 à 40 mm
- Largeur : dimensions très variables en fonction des fabricants
- Longueur : dimensions très variables en fonction des fabricants

Caractéristiques mécaniques pour le calcul

Le dimensionnement des structures en bois se fait conformément aux règles CB71 ou EC5 dans l'avenir. Les contraintes, rigidités et masses volumiques sont données en fonction des paramètres suivants :

- Qualité des panneaux travaillant conformes à NF EN 622.
- Épaisseurs des panneaux.
- Humidité des panneaux à 15 % maximum, au-delà il faut appliquer un coefficient réducteur (cf. CB71 ou EC5).

Système certification qualité

Les panneaux de fibres de moyenne densité (MDF-HLS) sont certifiés par la marque « CTB-RH » pour les emplois en milieu intérieur avec risque d'humidification temporaire. Les caractéristiques certifiées sont :

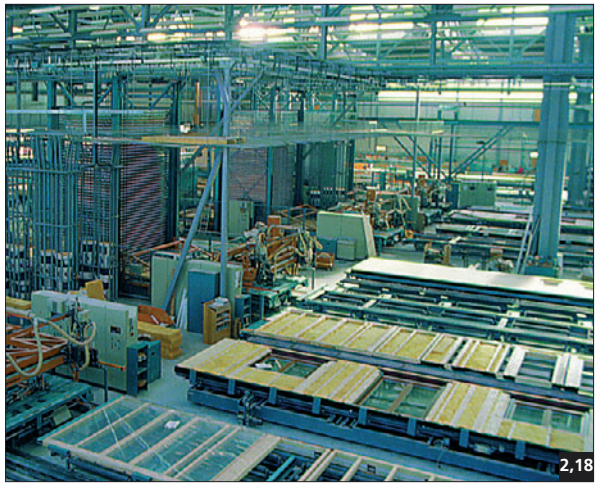
- Tolérances sur l'épaisseur
- Humidité
- Masse volumique minimale
- Gonflement en épaisseur après immersion
- Traction perpendiculaire aux faces
- Contrainte de rupture en flexion et module d'élasticité

Marquage CE

Panneaux dérivés du bois

Les panneaux à base de bois non revêtus, revêtus et replaqués ou finis, pour usage en intérieur ou extérieur nécessitent un système d'attestation de conformité de niveau 1 à 4, selon les exigences de la norme européenne harmonisée NF EN 13986 dans le cadre de panneaux à usages structuraux, ou de la norme NF EN 13171 pour des produits isolants (cf. tab. 2,11).

Le comportement du panneau par rapport au classement normalisé en réaction au feu (M1 ou M2) est certifié par la marque « NF Réaction au feu ».



© Weinmann

Composants industrialisés

Les composants industrialisés pour les constructions à ossature bois se développent rapidement. En déplaçant le travail du chantier à l'atelier, les industriels augmentent la qualité des produits et la régularité de production tout en abaissant le coût de revient.

Murs à ossature bois

Un mur à ossature bois est composé d'un tramage régulier de pièces de bois verticales (les montants), et de pièces horizontales en partie haute, basse et médiane (les lisses, traverses et entretoises), clôturant ainsi l'ensemble afin de former une ossature sur laquelle est fixé un voile travaillant en panneau dérivé du bois. Les cavités du panneau à ossature bois ainsi obtenu sont remplies avec un isolant, puis

Fig. 2,18
Le développement des composants industrialisés permet de transformer le travail de chantier en travail d'atelier.

Niveau d'attestation exigé pour les panneaux dérivés du bois (tab.2,11)

PRODUITS	RÉACTION AU FEU	SYSTÈME D'ATTESTATION
USAGE STRUCTUREL Panneaux avec étape de production améliorant la réaction au feu	A1, A2 B, C	1
Panneaux sans étape de production améliorant la réaction au feu	A1, A2 B, C	2 +
Panneaux dont la réaction au feu ne requiert pas d'essai	A1 à E	2 +
Autres panneaux	D, E	2 +
USAGE NON STRUCTUREL Panneaux avec étape de production améliorant la réaction au feu	A1, A2 B, C	1
Panneaux sans étape de production améliorant la réaction au feu	A1, A2 B, C	3
Panneaux dont la réaction au feu ne requiert pas d'essai	A1 à E	4
Autres panneaux	D, E	3
Tous panneaux	F	4

les revêtements intérieur et extérieur sont fixés sur l'ossature.

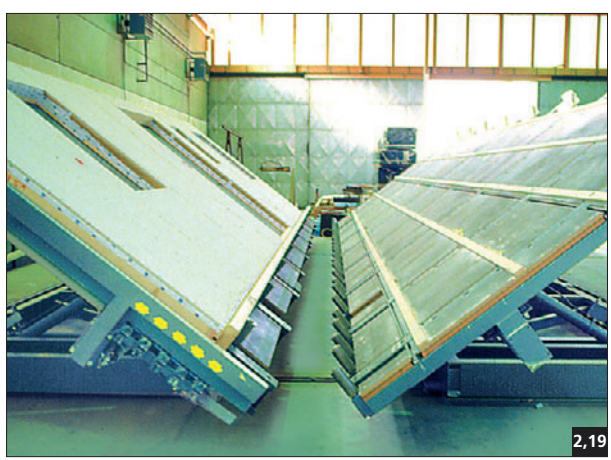
Caractéristiques et dimensionnement

Le voile travaillant, également appelé voile de contreventement, est un panneau dérivé du bois fixé sur les montants de l'ossature, à l'aide de vis, de pointes ou d'agrafes. Sa fonction est de reprendre les efforts horizontaux dus au vent et appliqués en tête des panneaux à ossature bois, et de transmettre ces efforts aux ouvrages de soubassement. Les principaux panneaux utilisés sont les panneaux travaillant en milieu humide, de qualité OSB 3 ou 4, contreplaqués CTB-X ou de particules CTB-H.

Le dimensionnement des murs à ossature bois, se fait conformément aux DTU 31.2, à la norme NF P 21-102, et aux règles CB 71.

Les principales spécifications et recommandations sont les suivantes :

- Les abords du chantier doivent être particulièrement soignés, surtout dans le cadre de murs préfabriqués en usine.
- Des mesures particulières sont à prévoir dans le cadre d'une construction en zone termite, traitement du sol, barrières physiques...



© Weinmann

Fig. 2,19
Le marché offre de plus en plus de murs à ossature bois préfabriqués en usine.

Fig. 2,20
De plus en plus de fabricants proposent des madriers en bois massif usinés prêt à l'emploi.

- L'humidité des bois et dérivés, au moment de la mise en œuvre, doit rester inférieure à 18%.
- L'épaisseur des pièces de bois massif pour élément porteur doit être supérieure à 36 mm, notamment pour la résistance au feu de la structure.
- Les essences et les traitements éventuels doivent être adaptés aux classes d'emploi des différents éléments de l'ossature (classes 2 et 3).

Système certification qualité

Les éléments de structure en bois sont certifiés par la marque « CTB-OB ». Les caractéristiques certifiées sont :

- Qualité et durabilité des bois
- Qualité du voile travaillant et des assemblages
- Caractéristiques des menuiseries extérieures incorporées
- Caractéristiques mécaniques d'emploi
- Revêtements extérieurs.

Murs en bois massif

© CTBA

Les constructions en bois massif, également appelées constructions en bois empilés, consistent à empiler des pièces de bois de grandes longueurs les unes sur les autres.

Caractéristiques et dimensionnement

Les éléments sont profilés pour s'emboîter l'un sur l'autre et permettre ainsi une parfaite étanchéité à l'air et à l'eau. Les pièces sont en bois massif, abouté ou lamellé-collé. Un isolant peut être incorporé. L'épaisseur minimum est de 55 mm pour les madriers et de 145 mm (de diamètre) pour les rondins.

Du fait des variations dimensionnelles du matériau bois et de la conception de la technique, des tasse-

ments et autres mouvements verticaux selon les saisons sont prévisibles. Ces phénomènes ne doivent pas engendrer de désordre de nature à nuire à la stabilité de l'ouvrage ou au bon fonctionnement des équipements, en particulier :

- Les encadrements de baies ou de portes
- Les assemblages en haut de pilier
- Cloisons non porteuses
- Équipements sanitaires
- Escaliers
- Chevrons
- Conduits de fumée.

Planchers mixtes bois-béton

Le plancher bois-béton est constitué d'une dalle de béton liée mécaniquement par des organes de connexion à des poutres en bois. Les connecteurs peuvent être constitués de pointes, de goujon, d'anneaux, de tubes d'acier, de tiges à béton ou de pièces métalliques usinées.

Caractéristiques et dimensionnement

La dalle de béton est située au-dessus du solivage bois. Le béton travail en compression et le bois en traction. On optimise ainsi au mieux les propriétés des deux matériaux. Cette technique, particulièrement indiquée dans le cadre des réhabilitations de structures anciennes, permet ainsi d'augmenter notablement la rigidité et la résistance des planchers en bois. Il est possible, dans certains cas, de conférer une capacité portante de 500 kg/m² à une structure ne pouvant théoriquement reprendre que quelques dizaines de kg/m², et ce par la mise en œuvre d'une dalle de béton de 8 à 10 cm avec interposition de connecteurs. Le rôle de ces connecteurs est de reprendre l'effort de cisaillement à l'interface entre le bois et le béton, de sorte que l'ensemble du plancher devient une structure mécaniquement homogène et donc beaucoup plus rigide et résistante. Les performances mécaniques du procédé dépendent très fortement des caractéristiques des connecteurs, il est indispensable de connaître de façon précise la résistance unitaire de chaque connecteur pour connaître la résistance de la structure et le glissement pour prédire la rigidité finale du plancher.

Cette technique est aujourd'hui considérée en France comme non traditionnelle, de sorte qu'un procédé de connexion doit faire l'objet, pour pouvoir être mis en œuvre, d'un avis technique du CSTB. Il sert de base à toute note de calcul relative à la réalisation d'un plancher bois-béton. Il indique aussi le domaine d'emploi du procédé, une appréciation indiquant entre autre les caractéristiques mécaniques minimales des matériaux employés ainsi que le comportement au feu du plancher constitué. Il comporte également un cahier des prescriptions techniques particulières, précisant les hypothèses de calcul à retenir, les modes de justification acceptés, et les conditions de mise en œuvre.

© CTBA

Fig. 2,21
Le plancher bois-béton est composé d'une dalle en béton et d'un solivage en bois reliés par des connecteurs. Il peut multiplier par 5 la capacité portante. La plaque métallique visible sur la photographie sert de coffrage.

L'appui des poutres sur le mur est un point délicat d'un plancher bois-béton. Le cisaillement longitudinal entre les deux matériaux est maximal au droit des appuis, et c'est donc aux extrémités de la poutre que leur densité sera la plus importante. D'autre part, l'effort tranchant au droit des appuis est très important et devient prépondérant dans la vérification des sections de bois (habituellement le critère prépondérant est la déformation).
Lors d'une réhabilitation, Il est impératif de vérifier l'état sanitaire des appuis de poutres de façon à s'assurer que la section retenue pour le calcul correspond bien à la section réellement résistante de la poutre. Un affaiblissement de la poutre au droit des appuis se traduirait en effet par une augmentation notable de la contrainte de cisaillement du bois, pouvant provoquer à terme une rupture de type fragile, donc sans aucun signe précurseur.

Éléments industrialisés de toiture, de plancher, de cloison et autres éléments en bloc

Ces éléments structurels permettent de réaliser des parois horizontales (plancher), verticales (murs et cloisons) ou inclinées (toitures). Les parois ainsi constituées, peuvent remplir une ou plusieurs des fonctions : séparative, isolante et/ou porteuse. Ces éléments doivent faire l'objet d'un avis technique et leur mise en œuvre doit respecter les spécifications du fabricant.

© Welsrock

Fig. 2,22
La mise en œuvre des éléments de toiture industrialisés est rapide.

Éléments de toitures industrialisés

Différents procédés ont été conçus en vue d'industrialiser les éléments de toiture. Il existe des systèmes destinés à une pose sur pannes apparentes permettant de réaliser un plafond rampant, notamment dans les maisons à combles aménagés. Ces systèmes intègrent plusieurs fonctions : plafond, séparation entre l'intérieur et l'extérieur, isolation thermique, écran, support de couverture.
On en distingue deux catégories principales : les éléments composites et les caissons chevronnés.

Éléments composites

Il s'agit de composants industrialisés du type panneaux-sandwiches constitués par une âme généralement isolante thermiquement disposée entre deux parements en panneaux dérivés du bois : panneaux OSB, de particules ou contreplaqué.

L'assemblage entre deux éléments est réalisé par une languette en isolant rigide, ce qui permet d'obtenir une couche isolante sans discontinuité.

© Simonin

Fig. 2,23
La languette assure la continuité de l'isolation.

Le panneau supérieur supporte la couverture ou l'étanchéité et le panneau inférieur, apparent, constitue le plafond.

Lorsque le raccordement de deux panneaux se fait sur un appui continu, ils sont simplement juxtaposés. En revanche, lorsque le joint n'est pas supporté, l'assemblage est réalisé par une fausse languette en isolant rigide.

Ces éléments sont conçus pour la mise en œuvre de matériaux de couvertures nécessitant un support continu (étanchéité multicouches, métaux, bardeaux bitumés, etc.). Pour la mise en œuvre des couvertures des éléments discontinus (tuiles, ardoises...), il convient de relever le plan d'appui des liteaux par un contre liteau afin de ménager une lame d'air de 20 mm.

Caissons chevronnés

Par caisson chevronné, on entend les éléments industrialisés constitués de l'assemblage (par clouage) et/ou collage et/ou agrafage d'une ossature discontinue (par exemple lattes ou frises de bois) et d'un panneau parement, ménageant une lame d'air et comportant éventuellement un isolant thermique.

Le panneau inférieur apparent constitue le plafond. Les éléments font généralement la longueur du rampant de l'arêtier à la sablière. Ils sont spécialement conçus pour les couvertures qui se posent sur liteaux, ou voliges, telles que tuiles, ardoises etc. La continuité de l'isolation et de l'étanchéité à l'air est réalisée à la pose en suivant les indications des avis techniques.

Éléments de plancher, de cloison et de façade industrialisés

Il existe des éléments destinés à une pose sur pannes solives permettant de réaliser un plafond. Ces systèmes intègrent plusieurs fonctions : plafond,

2,24 © Cruard

2,25 © Weinmann

2,26 © Simonin

Fig. 2,24 et 2,25
Les caissons planchers industrialisés permettent de déplacer le travail à l'atelier.

Fig. 2,26 et 2,27 (page suivante)
Ces éléments de planchers industrialisés intègrent la finition du plafond.

© Weisrock

Fig. 2,28
Cet élément composite est employé en façade.
Il a une finition extérieure.
La languette assure la continuité de l'isolation et de la résistance mécanique.

séparation entre deux niveaux et isolation phonique. On en distingue deux catégories principales : les éléments composites et les caissons planchers.

© Simonin

Fig. 2,29
Les poutres composites sont composées d'une âme et de membrures.

Éléments composites

Comme pour les éléments utilisés en toiture, Ils sont constitués d'une âme généralement isolante thermiquement disposée entre deux parements en bois massif ou en panneaux dérivés du bois.
L'assemblage est réalisé par une languette en isolant rigide, pour assurer la continuité de l'isolation et de la résistance mécanique. Le panneau supérieur inclut le revêtement de sol et le panneau inférieur constitue le plafond (ou le revêtement extérieur et intérieur si c'est une façade).

Caissons planchers

Le caisson plancher est construit sur le même principe que le caisson chevronné.
Le panneau inférieur apparent constitue le plafond et le panneau supérieur le revêtement de sol. Les éléments ont généralement une longueur équivalente à la distance entre les murs porteurs.

Éléments en blocs

Il s'agit d'éléments pleins ou reconstitués qui s'assemblent entre eux à la façon d'un parpaing de maçonnerie, pour réaliser des parois isolées ou non, selon la constitution et la nature des blocs.
Ce type d'éléments est réservé à la fabrication de parois verticales uniquement.

Poutres composites

Ces poutres ont une section composée de membrures en bois ou en matériaux dérivés (lamellé-collé, contrecollé, lamibois…) et une âme en bois, en panneaux dérivés du bois ou en métal. La liaison avec les membrures est assurée soit par des assembleurs mécaniques, soit par collage.

© Finnforest France

Les poutres composites, dont les principaux emplois dans le bâtiment sont les solivages de plancher et les pannes ou chevrons de couverture, sont parfois utilisées en poteaux d'ossature pour des parois à très forte isolation ainsi que pour la réalisation de petites fermes portiques.

Caractéristiques et dimensionnement

Les membrures sont le plus souvent réalisées en résineux (sapin, épicéa, pins) massif, contrecollé («bilame» ou «trilame»), lamellé-collé ou LVL (lamibois de placage). Les âmes sont le plus souvent réalisées en OSB, parfois en contreplaqué ou en panneau de fibres à haute performance, parfois également en tôle d'acier.

Les poutres à liaisons mécaniques (pointes, boulons ou vis) se calculent selon les codes de calcul généraux de charpente bois en vigueur. Les poutres à liaisons collées, ne faisant l'objet d'aucune normalisation spécifique à l'heure actuelle, sont soumises à un avis technique et à une certification de qualité.

Les dimensions courantes

- Largeur : de 60 à 120 mm
- Hauteur : de 200 à 500 mm
- Longueur : de 5,00 à 12,00 m

En raison de leur faible inertie transversale (liée à l'épaisseur des membrures et de l'âme), ces poutres sont particulièrement délicates à mettre en œuvre dès qu'il y a un risque de flambage et/ou de déversement (pannes de couverture par exemple). Un dispositif de reprise de poussée, d'anti-déversement et d'entretoisement doit être étudié, cas par cas. Pratiquement, il est préférable de les utiliser, chaque fois que cela est possible en « chevronnage direct » (les poutres portant directement de faîtière à sablière). Certains types de poutres à section triangulaire, développées spécialement pour cet usage en panne, échappent à cet inconvénient et permettent une mise en œuvre plus simple et plus sûre. La faible épaisseur des membrures et de l'âme engendre une faible inertie transversale. Un dispositif de reprise de poussée, d'anti-déversement et d'entretoisement est nécessaire.

Système certification qualité

Lorsque les membrures sont en bois massif, la phase d'aboutage est primordiale. Le recours à un système d'assurance qualité par tiers est indispensable, au moins pour cette phase. Dans le cas d'emploi de contrecollé ou de lamellé, ce recours est très recommandé.

Les poutres composites sont certifiées par la marque « CTB-PI ». Les caractéristiques certifiées sont :

- Qualité et durabilité des bois
- Qualité de l'âme
- Qualité des collages et des aboutages
- Caractéristiques mécaniques d'emploi
- Conformité aux spécifications de l'Avis technique pour les poutres non traditionnelles.

Charpentes industrialisées

Les charpentes de ce type sont constituées de planches en bois ou en dérivés, jointes par l'intermédiaire d'un connecteur assemblé à la presse. Ce connecteur (ou gousset) est une plaque métallique dont les dents sont embouties sur une seule face et pliées perpendiculairement à la surface de la plaque.

Fig. 2,30 et 2,31
Les charpentes industrielles sont constituées de pièces de bois assemblées généralement par connecteurs métalliques.

2,30 © Cruard

2,31 © Finnforest France

Caractéristiques et dimensionnement

L'humidité des bois doit être inférieure à 20%.

L'épaisseur des bois doit être supérieure à 36 mm (à l'humidité de référence de 20%).

Le bois est généralement ST II, selon la norme NFB 52-001.
La qualité d'acier des connecteurs est l'A33.
La protection des connecteurs est la Z275.
Les bois ont une classe d'emploi 2.
Les ancrages doivent être dimensionnés et situés au droit des nœuds d'assemblages.
L'anti-flambement est absolument nécessaire, sachant que les liteaux seuls, ne peuvent pas assurer le rôle d'anti-flambement.

Système certification qualité

Les charpentes industrielles sont certifiées par la marque « CTB-CI ». Les caractéristiques certifiées sont :

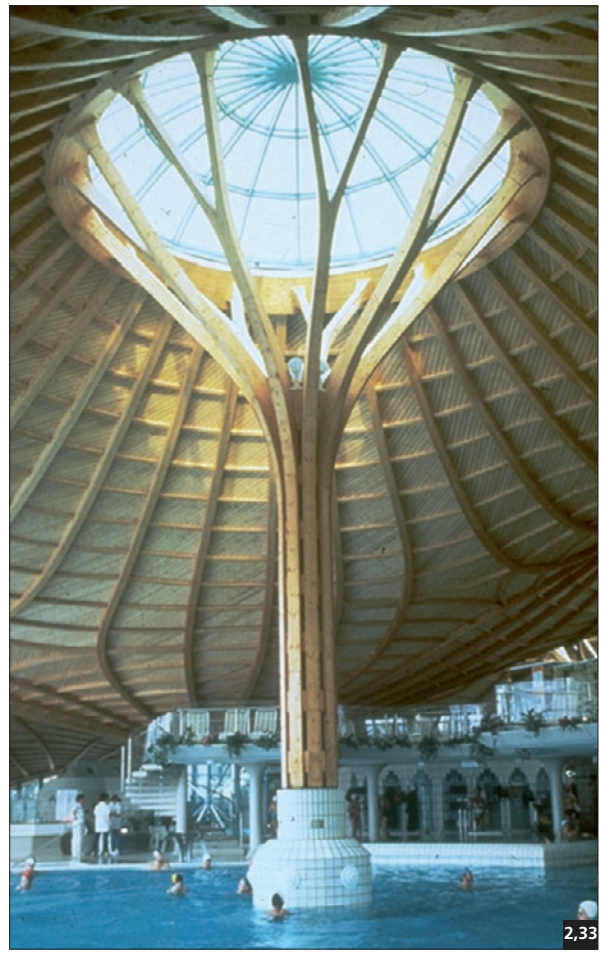
- Qualité et durabilité des bois
- Qualité et résistances des assemblages
- Tolérances dimensionnelles
- Caractéristiques mécaniques d'emploi.

Fig. 2,32 et 2,33
Les charpentes en bois lamellé-collé ont un potentiel architectural important.

Charpentes lamellées-collées

Les bâtiments importants ont une charpente constituée principalement d'éléments en bois lamellé-collé. Ils peuvent incorporer des éléments en bois massifs ou d'autres constituants (poutres en I, tirants métalliques, etc.).

2,32 © Simonin


2,33 © CTBA

Les charpentes lamellées-collées, se prêtent à la réalisation de structures de grandes portées (jusqu'à 150 mètres) et à des formes architecturales éventuellement très complexes.

Pour la réalisation de structures de halls industriels, agricoles, sportifs ou commerciaux, les charpentes lamellées-collées se présentent sous différentes formes :

- Poutres simples sur 2 appuis
- Poutres continues (ou cantilever) sur appuis multiples

- Arcs curvilignes à 2 ou 3 articulations
- Portiques à arbalétriers et poteaux rectilignes assemblés par moise
- Fermes triangulées
- Poutres ou arbalétriers sous-tendus par tirants métalliques
- Poutres recollées pour utilisation en bandeaux ou poutres porteuses d'ouvrages d'arts.

Caractéristiques et dimensionnement

L'épaisseur des éléments s'étage, pour l'essentiel entre 8 et 20 cm tandis que leur hauteur de section, éventuellement variable peut aller jusqu'à 2 mètres, environ.

Les liaisons entre éléments sont généralement réalisées par des organes de type tige (boulons ou broches), éventuellement par crampons ou anneaux, en assemblage bois sur bois ou plus fréquemment, à l'aide de goussets métalliques externes ou « en âme » (lorsque l'on recherche une esthétique améliorée et/ou une grande stabilité au feu).

La nécessité de transfert d'efforts parfois très importants a conduit au développement d'assemblages non traditionnels de type mécanique (procédés BSB à âmes multiples brochées ou Centor, à anneaux sertis) ou de type métallo-collé (douilles Bertche scellées par broches et mortier, ou goujons collés, ces derniers faisant l'objet de recommandations professionnelles).

Il faut également citer la possibilité, peu pratiquée en France, de réaliser des continuités entre pièces (coaxiales ou non) par des entures géantes collées.
La production de ces éléments lamellés-collés et la réalisation des charpentes (taille, assemblage, levage) sont souvent dissociées, réalisées par un producteur spécialisé pour l'une, par une entreprise de charpente pour l'autre.

Classes de résistances mécaniques

Les éléments en BLC de résineux (sapin, épicéa, pin et douglas) peuvent appartenir aux classes GL24 ou GL28, obtenues à partir le lamelles de classes de résistance C24 ou C30, respectivement (selon EN338), et correspondant aux niveaux de classement STII ou STI.

Classe d'emploi

Pour les classes d'emploi 1 et 2 (charpentes abritées), les éléments sont fabriqués essentiellement à l'aide de lamelles n'excédant pas 45 mm d'épaisseur (voire moins en fonction des limitations liées à la courbure) et sont traités après fabrication par traitement superficiel.

Pour la classe d'emploi 3, les éléments sont fabriqués à l'aide de lamelles en pin sylvestre n'excédant 35 mm d'épaisseur (voire moins en fonction des limitations liées à la courbure) et sont traités au niveau des lamelles avant fabrication par injection profonde pour cette classe d'emploi. La classe d'emploi 3 peut être obtenue à partir d'essence naturellement durable.

Système certification qualité

La construction des charpentes en bois lamellé-collé fait l'objet de qualifications professionnelles (Qualibat). Celles-ci imposent désormais que la partie fabrication bénéficie du droit de marquage de la certification de qualité ACERBOIS-GLULAM.

Charpentes traditionnelles

Ces charpentes sont constituées principalement d'éléments en bois massif, de moyennes ou fortes sections (de 50 x 100 mm à 300 x 400 mm) et assemblées soit par profils complémentaires (embrèvements, tenons-mortaises, enfourchements...) soit par moisement et tiges métalliques (pointes, boulons) ou organes spéciaux (crampons, anneaux).

Entrent dans cette famille, au sens large, s'ils utilisent des bois massifs, les ouvrages suivants :

- Charpentes de combles ou de halls en fermes sur mur ou en portiques
- Les poutres maîtresses, enrayures, linteaux et solivages
- Les pannes, chevrons, faux arbalétriers, arêtiers
- Les colombages de murs
- Les treillis assemblés en juxtaposition (moisement) par pointes, boulons ou organes spéciaux.

Différents types de fermes

Ferme latine

La ferme latine est constituée d'arbalétriers et de contre-fiches, d'un entrait pouvant être moisé et d'un poinçon souvent de section carrée pour recevoir les contre-fiches dans une direction et les liens de contreventement dans une direction perpendiculaire. Les portées habituelles sont inférieures à 8 m.

Ferme sur blochet

Ce type de ferme s'utilise pour les combles habitables. L'entrait est retroussé à la hauteur des volumes que l'on veut utiliser. La portée se situe entre 10 et 12 m. Le pied de l'arbalétrier peut ne pas être en appui sur le mur et n'exerce aucune poussée sur celui-ci.

Fig. 2,34 et 2,35
Ferme latine.

2,34

© CTBA

2,35

© AFCOBOIS

Fig. 2,36
Cette ferme sur blochet permet un aménagement des combles grâce à l'entrait retroussé.

2,35

© Cruard

Caractéristiques

Les essences utilisées sont souvent des résineux (sapin, épicéa, pin sylvestre, douglas), mais aussi, pour des structures de prestige ou exposées aux intempéries, des bois durs (chêne, châtaignier ou tropicaux divers).

La fabrication des charpentes traditionnelles se caractérise par la nécessité d'un taillage précis des pièces de bois pour permettre leur assemblage.

Ces opérations de taille, classiquement réalisées à l'aide d'outils manuels, puis mécanisés, tendent à être faites à l'aide de machines à commande numérique associées à une informatique de conception, dessin et fabrication (CFAO).

Cette évolution conduit, pour cette technique de charpente, à une amélioration de sa compétitivité qui s'était dégradée face à la concurrence de systèmes économiques (charpentes industrialisées, poutres composites).

2,37 © Weisrock

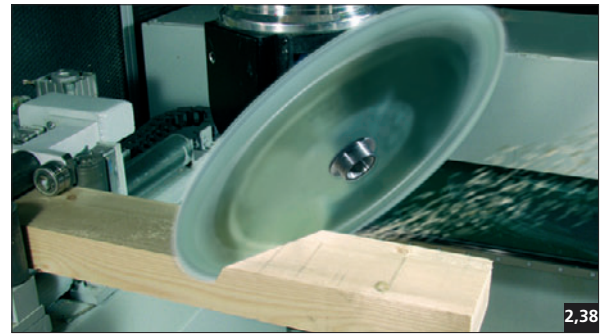

2,38 © Weinmann

Fig. 2,37
Les entreprises équipées de CFAO (conception et fabrication assistées par ordinateur) fabriquent des charpentes traditionnelles compétitives.

Fig. 2,38
Cette machine à commande numérique exécute industriellement des charpentes traditionnelles.

Classes de résistances mécaniques

Les éléments en bois de résineux (sapin, épicéa, pin et douglas) peuvent appartenir aux classes de résistance C18, C24 ou C30 (selon EN 338), correspondant respectivement aux niveaux de classement STIII, STII ou STI.

Les éléments en bois de feuillus (chêne) peuvent appartenir aux classes D30 ET D35 (selon EN 338), correspondant respectivement aux niveaux de classement 1 et 2 (selon la Norme française de classement visuel B 52001).

Classe d'emploi

Pour les classes d'emploi 1 et 2 (charpentes abritées), les pièces sont traitées après fabrication par traitement superficiel.
Pour les classes d'emploi 3 et 4, les éléments sont fabriqués, le plus souvent en pin sylvestre traité par injection profonde (après usinages) ou bien choisis dans une essence à cœur durable, purgée d'aubier.

Système certification qualité

La construction des charpentes fait l'objet d'une qualification professionnelle (Qualibat). Une Certification de Qualité est en cours de mise en place.

Marquage CE

Composants industrialisés
Les différents systèmes d'attestation de conformité sont définis à la page du chapitre « Foire aux questions ». Les exigences pour les composants industriels sont définies dans le tableau « Niveau d'attestation exigé pour les composants industriels ».

Niveau d'attestation exigé pour les composants industriels (tab.2,12)

COMPOSANTS INDUSTRIALISÉS	NIVEAU DE CONFORMITÉ	RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE
Éléments de murs à ossature bois	1	NF EN 14732
Kits de constructions à ossature bois	1	ETAG 007
Kits de constructions en bois empilés	1	ETAG 012
Planchers mixtes bois-béton	Selon Agrément technique européen	
Éléments industrialises de toiture, de plancher, de cloison et autres éléments en bloc	1	ETAG 016 ET 019
Poutres composites	1	ETAG 011
Charpentes industrialisées	2 +	NF EN 14250
Éléments en bois lamellés	1 +	NF EN 14080
Éléments bois massifs des charpentes traditionnelles	2 +	NF EN 14081

3 Les menuiseries extérieures et intérieures

Les menuiseries extérieures ont des pièces complémentaires permettant d'adapter des menuiseries standards à l'ossature telle que du bâtiment. Une standardisation des ossatures telles que MBOC (maisons bois outils concept) permet de standardiser aussi l'ensemble de ces pièces complémentaires, tels que les pré-cadres, joints, organes d'assemblages... Cette démarche permet d'augmenter la qualité de fabrication et de diminuer les coûts de production. Par contre, les portes intérieures et escaliers employés dans les maisons à ossature bois sont exactement les mêmes que pour les autres types de constructions.

Fig. 3,1
Cette menuiserie PVC reçoit un précadre pour optimiser la pose et le raccordement avec le revêtement extérieur.

Les fenêtres, portes-fenêtres et portes extérieures

Les menuiseries extérieures sont des ouvrages de second œuvre participant au clos tout en permettant une fonction de passage au travers de la paroi extérieure. Les fenêtres permettent essentiellement le passage de la lumière ; accessoirement, elle assure une fonction de ventilation du local qu'elle ferme.
Les portes-fenêtres assurent une fonction supplémentaire, la circulation des personnes et objets au travers de la paroi. Les portes extérieures permettent essentiellement la fonction de passage mais aussi de protection contre l'intrusion.
Elles assurent aussi une fonction esthétique.

© POB (Précadre pour Ossature Bois)

Dimensions courantes

Les dimensions sont très variées (de 0,45 m à 2,35 m en hauteur, voire plus pour des fenêtres de rénovation) et de 0,40 m à 2,40 m en largeur. Les seules limites dimensionnelles sont dictées par l'exigence de rigidité (voire de résistance) en flexion. L'exigence de flèche varie de 1/150 à 1/300 de la portée en fonction de la situation (exposition au vent, protection contre la chute des personnes...).

Performances AEV

Les performances de base de ces menuiseries extérieures sont liées à la fonction close à savoir :
- A – La perméabilité à l'air : classes A1 à A4
- E – L'étanchéité à l'eau : classes 1A à 9A et 1B à 7B (en fonction de la méthode d'arrosage)
- V – Résistance au vent : classes de pression de 1 à 5 et classe de rigidité relative A (1/150), B (1/200) et C (1/300).

Le choix des performances est à adapter en fonction de l'exposition (DTU 36.1/37.1).

Résistance thermique

La réglementation RT 2 005 prévoit, pour les fenêtres :
- Un coefficient de déperdition thermique maximale de 2,6 W/m².K pour la fenêtre seule.
- Un coefficient de déperdition thermique de 2,0 W/m².K au droit de la baie (soit fenêtre seule soit associée à une fermeture)

Système certification qualité

Les fenêtres et portes-fenêtres en bois sont certifiées par la marque « NF Nouvelle Fenêtre Bois » associée à

ACOTHERM. Les caractéristiques certifiées sont :
- Performances AEV
- Résistance mécanique
- Durabilité des matériaux et des équipements
- Qualité du vitrage isolant (CEKAL) et de sa mise en œuvre
- Sécurité
- Isolation acoustique et thermique

Les fenêtres et portes-fenêtres en bois sont certifiées par la marque « NF Portes extérieures». Les caractéristiques certifiées sont :
- Performances AEV
- Résistance mécanique
- Durabilité des matériaux et des équipements
- Qualité du vitrage isolant (CEKAL) et de sa mise en œuvre
- Sécurité
- Isolation acoustique et thermique.

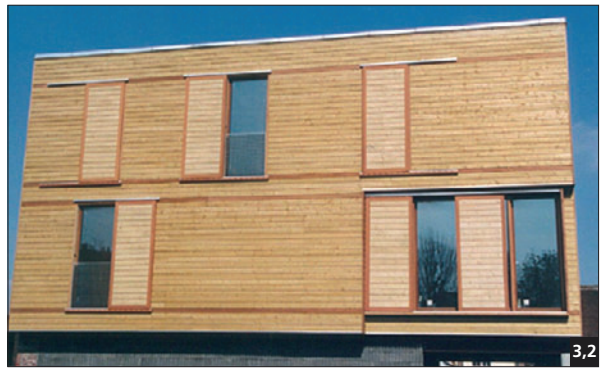
Les fermetures

Ces ouvrages (volets, portes de garage, rideaux métalliques, etc.) sont mis en œuvre au droit d'une baie. Une fermeture occulte seule ou en association avec une fenêtre ou une porte extérieure une baie. Ses fonctions : le contrôle solaire, la protection contre l'effraction et éventuellement la protection thermique.

Caractéristiques et dimensionnement

On distingue les volets à refoulement et à rotation. Les volets à refoulement ont un guidage du tablier vertical (volets roulant, grilles de magasins, portes de garage) ou horizontal (à tablier monobloc dit «japonais» ou à tablier articulé tels que jalousies accordéon, portes de garage).

Les volets à rotation peuvent avoir un axe de rotation vertical (volets battants, persiennes...) ou un axe de rotation horizontal (portes de garage basculantes). Il existe plusieurs types de tablier de volets battants :



© AFCOBOIS

- Lames verticales maintenues soit par barres et écharpes, soit par barres, soit par clés ou tringles métalliques (bloquées soit par sertissages des extrémités soit par frottement dans l'alésage)
- Volet menuisé (cadre assemblé et remplissage divers (panneaux pleins ou à lamettes avec jour variable)
- Volet avec deux plis croisés de lames (volet provençal).

Fig. 3,2
Les tabliers monobloc apportent une souplesse d'utilisation intéressante.

© CTBA

Fig. 3,3
Les volets battants peuvent être à barre et écharpe.

Les dimensions dérivent directement de celles de la baie réceptrice. Toutefois, la diversité de hauteur des fermetures est plus grande que celles des baies dans la mesure où la pente des rejingots et l'épaisseur des murs ne sont pas normalisées

Les volets à tablier monobloc ont une épaisseur de 20 mm et plus (pour des volets de grandes dimensions elle peut dépasser 45 mm). Les volets à tablier articulé ont des lames d'une épaisseur de 10-15 mm.

Système certification qualité

Certification des blocs-fenêtres en cours de préparation dans le cadre de la marque NF Nouvelle fenêtre en bois.

Les portes intérieures

Ces ouvrages de second œuvre assurent une fonction de communication soit entre deux pièces à l'intérieur d'un bâtiment soit entre un logement et une partie abritée des intempéries soit commune (porte palière) soit privative (porte donnant sur un garage par exemple). Les portes intérieures assurent une fonction esthétique.

Caractéristiques et dimensionnement

Sur le plan fonctionnel on distingue deux types de portes, celles de communication (à l'intérieur des logements ou bureaux) et les palières privatisant un espace par rapport à une partie commune.

Sur le plan conception, on distingue deux types de portes : les portes planes et les portes menuisées. Les portes intérieures comportent une huisserie et un ou plusieurs vantaux. Les hauteurs et largeurs des portes (H/L) sont définies par celles des vantaux (NF P 01 005). La hauteur est de 2,04 m pour les portes planes et 2,24 m pour les autres. Cependant, la grande majorité des portes menuisées font 2,04 m de hauteur. La gamme de largeurs est la suivante : 0,63 m, 0,73 m, 0,83 m et 0,93 m pour les portes à un vantail. Les portes à 2 vantaux égaux, ont une largeur deux fois plus importante. Une gamme de vantaux de largeur inégale est également prévue, le plus petit vantail faisant 0,33 m.

Les portes planes

Elles sont constituées d'un cadre, d'une âme et d'une paroi, l'ensemble est maintenu par collage (en général à chaud).

Chacun de ces composants peut varier :

- Cadre : il est généralement en bois massif mais peut être tiré d'un MDF.
- Âme : alvéolaire (utilisable pour les seules portes de communication) ou pleine. Dans ce cas, le type d'âme dépend des fonctions que doit assurer la porte : thermique (isolant), acoustique (âme à panneaux multiples), effraction (tôles d'acier, etc.), feu…
- Parois : panneau contreplaqué ou de fibres (soit dur soit MDF) plan ou moulé (panneaux de fibres).

Les huisseries sont soit en bois soit en métal (acier). D'autres matériaux sont envisageables.

Les portes menuisées

Le vantail comprend un cadre formé de deux montants et deux traverses assemblées fréquemment par tenon et enfourchement. Ce cadre est généralement complété par des petits bois et des montants et traverses intermédiaires assemblés de la même manière. Il peut être comblé par des panneaux massifs assemblés par rainure et des vitres assemblées en feuillure par des parcloses.

Fig. 3,4
Les portes menuisées reprennent les mêmes techniques que les portes-fenêtres.

Système certification qualité

Le label « NF Vantaux de portes planes » certifie les caractéristiques suivantes :

- Résistance aux chocs
- Stabilité
- Planéité
- Résistance à l'humidité
- Qualité de la finition éventuelle

Le label « NF Blocs-portes intérieurs classement FASTE » certifie les caractéristiques suivantes :

- Performances d'usage du bloc-porte
- Performances complémentaires FASTE :
  - Résistance à l'effraction (E)
  - Résistance au feu (F)
  - Affaiblissement acoustique (A)
  - Stabilité du vantail (S)
  - Isolation thermique (T)

Les escaliers

Un escalier est un ouvrage de menuiserie constitué de gradins successifs permettant de changer de niveau. Il est réservé à l'usage exclusif du piéton et doit pouvoir s'utiliser dans le sens de la marche en montant ou en descendant. Il permet de monter ou descendre, en sécurité, un ou plusieurs niveaux d'un bâtiment en tenant compte de données ergonomiques (confort). Il doit s'intégrer harmonieusement dans le local, être stable en cours d'utilisation (résistance mécanique) et résister aux contraintes auxquelles il peut être soumis lors de son usage (durabilité des escaliers extérieurs par exemple).

On distingue plusieurs types d'escaliers :

- Droit
- Quartier tournant bas
- Quartier tournant haut
- Quartier tournant intermédiaire
- Quartier tournant haut et bas
- Double quartier tournant sans jour
- Double quartier tournant avec jour (si le jour est supérieur à 500 mm, il s'agit d'un escalier à quartier tournant haut et bas
- Échelle de meunier : escalier droit dont l'encombrement au sol est inférieur à la hauteur à monter
- Hélicoïdal (ou à vis) : carré ou circulaire, avec ou sans limon.

Fig. 3,5
Escalier avec quartier tournant haut et bas.

VOCABULAIRE

Quelques termes à connaître pour choisir un escalier :

(1) Échappée : Hauteur libre à la verticale d'un nez de marche avec le plafond, une autre marche de la volée supérieure ou tout élément de la construction.

(2) Emmarchement : Longueur utile des marches.

(3) Giron : Largeur de la marche mesurée de nez à nez sur la ligne de foulée.

Ligne de foulée : Ligne située au milieu de l'escalier

s'il a moins de 1 m de large et à 0,50 m de la rampe (coté intérieur) s'il a plus de 1 m de large.
(4) Limon : Pièce de bois principale recevant les marches et, éventuellement, des contremarches et une rampe.
Volée : Suite de marches ininterrompue.

3,6 © CNDB

Caractéristiques et dimensionnement

Pour être posé correctement, l'escalier doit pouvoir s'intégrer dans l'emplacement qui lui est réservé. Pour cela, il est nécessaire de définir les caractéristiques dimensionnelles : longueur, largeur, hauteur, type... et le sens de l'escalier : montée à gauche ou à droite, droit à droite ou à gauche...
Les matériaux bois et dérivés utilisables pour la réalisation des escaliers en bois sont le bois massif, le bois abouté ou lamellé-collé, les panneaux de particules et les panneaux contreplaqués. L'humidité des bois, doit être de 12 % ± 2 % pour les escaliers devant être posés à l'intérieur et de 15 % ± 2 % pour les escaliers devant être posés à l'extérieur.
Le dimensionnement et la justification de la stabilité des escaliers en bois se font soit par le calcul selon les codes de calculs généraux de charpente bois en vigueur : DTU 31.1 et règles CB 71, soit par des essais. Pour le calcul de la tenue au feu, il faut se reporter aux règles BF 88.

On distingue trois classes d'escalier en fonction du rapport H / G, H est la hauteur de la marche, G est la ligne de foulée de l'escalier :
- Raide : $1 \leq H / G$
- Courant : $1 < H/G \leq 0{,}78$
- Confortable : $H/G < 0{,}78$

Le module donné par la relation G + 2 H doit être compris entre 580 mm et 640 mm.

Dimensions

La hauteur maximale des marches est de 210 mm, à l'exception de la marche de départ, et doit être constante sur une volée pour des raisons de confort mais surtout de sécurité, avec les tolérances suivantes :
- sur les marches courantes : ± 5 mm
- sur la marche de départ : ± 35 mm par rapport à celle des marches courant.

Le giron doit être constant sur une volée pour des raisons de confort mais surtout de sécurité, avec les tolérances suivantes :
- sur une volée droite : ± 5 mm
- sur un quartier tournant : ± 10 mm
- sur la marche de départ et la marche palière, le giron peut également être différent.

L'échappée mesurée sur la ligne de foulée, est d'au moins 1,90 m, et d'au moins 2,20 m dans les lieux publics.
Une volée ne doit pas dépasser 20 marches sans être interrompue par un palier.
L'emmarchement est d'au moins 0,70 m.

Revêtement des marches

La glissance des marches lorsque la finition a été appliquée est mesurée selon la norme NF P 90-106. Sa valeur, mesurée à sec, doit être inférieure à 100.
Les marches peuvent comporter un dispositif antidérapant.

Si l'arête supérieure des nez de marche comporte un arrondi, son rayon maximal est de 10 mm.

Garde-corps

Une main courante est obligatoire même entre deux parois continues (pleines ou ajourées). La distance entre la paroi et la main courante est d'au moins 3 cm.

Le dimensionnement du garde-corps doit être conforme aux exigences de la norme NF P 01-012.
Les dimensions maximums des vides de la rampe sont :

- Rampe ajourée comportant des vides entre éléments verticaux : le vide est d'au plus 11 cm avec une tolérance de ± 3 mm
- Rampe ajourée comportant des vides entre éléments parallèles à la pente : le vide, mesuré perpendiculairement à la pente, ne doit pas excéder 18 cm avec une tolérance de ± 3 mm entre deux éléments parallèles à la pente (main courante, limon, lisse,...), ou 5 cm avec une tolérance de ± 3 mm entre le dessous de la première lisse ou du panneau et les nez de marche
- Rampe ajourée comportant des éléments autres que verticaux ou parallèles à la pente : les vides ne doivent pas permettre le passage d'un gabarit parallélépipédique de 11 cm x 11 cm x 25 cm.

Système certification qualité

NF Escalier : certification de produits en cours de préparation.

Marquage CE

Menuiseries extérieures et intérieures
Les différents systèmes d'attestation de conformité sont définis à la page du chapitre «Foire aux questions». Les exigences pour les menuiseries extérieures et intérieures sont définies dans le tableau «Niveau d'attestation exigé pour les menuiseries extérieures et intérieures».

Niveau d'attestation exigé pour les menuiseries extérieures et intérieures (tab.3,1)

MENUISERIES EXTÉRIEURES ET INTÉRIEURES	NIVEAU DE CONFORMITÉ	RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE
Menuiseries extérieures	3	NF EN 14351-1
Fermetures	4	NF EN 13659
Portes avec exigence de protection incendie	1	NF EN 14351-3
Portes avec exigence particulière (acoustique, thermique, effraction, étanchéité, etc.)	3	NF EN 14351-2
Portes pour communication intérieure sans exigence	4	NF EN 14351-2
Escaliers préfabriqués en kits	1	ETAG 008

Les revêtements extérieurs

Les revêtements extérieurs sont les éléments fixés sur l'ossature, et directement exposés aux intempéries. Les fonctions principales sont de protéger le bâtiment des intempéries, de résister aux chocs et d'être esthétiques.

Bardages bois massifs

Un bardage est un revêtement extérieur de façade d'élément(s) mince(s) fixé(s) mécaniquement sur une ossature. Ces éléments ne participent pas au contreventement des constructions. Ils peuvent être mis en œuvre sur tous supports. Les lames de bardage en bois massif ou lamellé-collé peuvent être des dosses délignées sur une rive, des sciages avivés non rabotés dont les faces peuvent être parallèles ou non ou des frises ou planches rabotées ou moulurées sur une ou plusieurs faces.

Caractéristiques et dimensionnement

Les dimensions des lames de bardages, leur conception et leur mise en œuvre devront respecter les spécifications du DTU 41.2. Les dimensions les plus courantes sont :

• Épaisseur des lames ⩾ 15 mm (13 mm pour Red Cédar et Mélèze) : entraxes des supports ≤ 40 cm
• Épaisseur des lames ⩾ 18 mm : entraxe des supports ≤ 65 cm
• Largeur exposée des lames ≤ 7,5 x épaisseur de la lame pour du bois massif (10 x épaisseur pour Red Cédar)
• Largeur lamelle ≤ 3 x épaisseur de la lame pour du bois lamellé-collé
• Recouvrement ou emboîtement ⩾ 10 % de la largeur hors tout de la lame
• Flèche ≤ L / 200.

Les dimensions des lames employées en revêtements extérieurs abrités horizontaux (sous-face de débord de toiture) sont différentes :
• Épaisseur ⩾ 10 mm
• Entraxe support ≤ épaisseur x 40.

Les lames de bardage peuvent recevoir une finition de type lasure ou peinture, afin de conférer à l'ouvrage un même aspect, à la condition d'un entretien régulier et adapté. Cette finition peut être appliquée soit sur site, soit en usine.

Il est nécessaire d'adapter le profil de lame et la technique de mise en œuvre en fonction de l'orientation du bardage (pose horizontale, verticale, inclinée, horizontale abritée…).

3,7 © Jotun

3,8 © Finnforest France

Fig. 3,7
Les lames de bardages peuvent être posées verticalement…

Fig. 3,8
… ou horizontalement ou inclinées.

Fig. 3,9 et 3,10 et 3,11
Un bardeau est un élément en bois, de petites dimensions, utilisé comme matériau de couverture ou de bardage

Tavaillons, Bardeaux

Le bardeau est un élément en bois de petites dimensions, utilisé comme matériau de couverture ou de bardage. Il est également appelé tavaillon, écaille, ancelle lorsque le bardeau est utilisé en couverture.

3,9 © AFCOBOIS

3,10 © AFCOBOIS

3,11 © CTBA

Caractéristiques et dimensionnement

Les dimensions des bardeaux utilisés en revêtement de façade devront respecter les spécifications du DTU 41.2.

Les principales dimensions des bardeaux de façade sont :

- Plus grande dimension < 60 cm
- Épaisseur moyenne mesurée au milieu de la longueur des bardeaux > 5 mm
- Largeur comprise entre 6 cm et 30 cm
- Longueur comprise entre 20 cm et 60 cm.

Les bardeaux sont toujours posés fil du bois vertical ou parallèle au sens de la pente, les joints verticaux décalés et non alignés dans 3 rangs successifs et fixés par 2 pointes si la largeur est inférieure à 200 mm ou trois pointes si la largeur est supérieure à 200 mm. Les bardeaux, en fonction de leur localisation, sont de classes d'emploi 2, 3 ou 4. Les essences de bois utilisées sont le mélèze, le douglas, le western Red Cedar, le pin maritime, le châtaignier et l'épicéa.

Bardages composites en bois

Ces bardages sont des revêtements extérieurs à base de matériaux dérivés du bois qui reçoivent un traitement spécifique en usine ainsi que plusieurs couches de finition, leur conférant ainsi une durabilité généralement supérieure à 10 ans et réduisant l'entretien nécessaire.

Caractéristiques et dimensionnement

Ces revêtements sont obtenus à partir de panneaux dérivés du bois, de type particules ou fibres liées à chaud ou à froid par des liants naturels, synthétiques ou hydrauliques, de façon à améliorer la résistance mécanique et la résistance aux intempéries.

Leur état de surface peut être lisse ou identique à un veinage bois, obtenu par moulage et pressage au moment de la fabrication. Après profilage, les lames reçoivent plusieurs couches de peinture à base d'acrylique thermodurcissable cuites au four. Généralement, les fabricants proposent toute une gamme d'accessoires métalliques ou PVC pour traiter les points singuliers : angles, appuis de baies, profilé de départ et d'arrivée, etc.

Deux cas peuvent se présenter : soit le produit possède un certificat dit « traditionnel », alors la mise en œuvre du bardage se fera conformément au DTU 41.2, soit il s'agit d'un produit « non traditionnel » qui devra être mis en œuvre conformément à l'avis technique le concernant.

© Canexel

Fig. 3,12
Lorsque les lames ont un certificat dit traditionnel, elles sont posées conformément au DTU 41.2. Si ce n'est pas le cas, elles sont posées conformément à leur avis technique.

La durabilité, la fréquence et le type d'entretien de la finition des lames de bardages dépendent du procédé de fabrication utilisé, et sont définis dans la notice du fabricant à laquelle il faudra se référer avant toute prescription.

Panneaux de parement extérieur bois

Les panneaux de revêtement extérieur de façade sont des éléments minces en plaque ou en lame à base de panneaux dérivés du bois. Ils sont fixés mécaniquement sur une ossature. Ces éléments ne participent pas au contreventement des constructions, et peuvent être mis en œuvre sur tous supports.

Caractéristiques et dimensionnement

Les panneaux utilisables en parement extérieur, en pose verticale et/ou horizontale, et exposées aux intempéries sont des panneaux contreplaqués de qualité CTB-X, des panneaux de particules liées au ciment ou des panneaux de fibres liées au ciment (fibragglos). Leur mise en œuvre est définie par le DTU 41.2.

Les panneaux utilisables en parement extérieur non exposé aux intempéries (habillage des sous-faces) sont des panneaux OSB 3 ou 4, des panneaux de particules de qualité CTB-H. Leur mise en œuvre est définie par le DTU 41.2.

Compte tenu de leurs caractéristiques, ces panneaux doivent obligatoirement recevoir une finition sur leurs six faces, de type lasure, peinture microporeuse, enduit au mortier de liants hydrauliques (crépis) ou revêtement plastique épais (RPE).

Ces parements sont utilisables pour les emplois en extérieurs (revêtements de façades, bardages) ou protégés des intempéries (revêtements abrités horizontaux, débords de toitures, sous-face d'auvents…).

3,13 © PLYSOROL

3,14 © CTBA

Fig. 3,13 et 3,14
Panneaux de parement extérieur bois en panneaux dérivés du bois.

Finitions crépis (enduits)

Les enduits aux mortiers de liants hydrauliques sont des enduits épais en mortier de ciment de chaux

3,15 © AFCOBOIS

© AFCOBOIS

hydrauliques naturelles, de chaux hydrauliques artificielles, de chaux aériennes, de mélange plâtre et chaux aériennes. Ils s'appliquent sur des panneaux de fibre agglo, des maçonneries de blocs en béton cellulaire autoclaves ou des treillis métalliques.

Les revêtements plastiques épais (RPE) sont des produits prêts à l'emploi à caractère protecteur, constitués principalement par un mélange de liant synthétique, d'agrégats et de charges minérales inertes avec ou sans pigment. Ils s'appliquent sur les supports des panneaux contreplaqués CTB-X ou des panneaux de particules liées au ciment.

Enduit aux mortiers de liants hydrauliques

La mise en œuvre des enduits aux mortiers de liants hydrauliques doit se faire conformément au DTU 26.1.

Il existe plusieurs configurations pour la mise en œuvre. En effet, les enduits peuvent être :

- appliqués sans lame d'air sur une armature métallique,
- désolidarisés par une lame d'air sur une armature métallique,
- appliqués avec ou sans lame d'air sur un matériau fibragglo.

L'armature métallique support de l'enduit peut être constituée :

- d'un treillis soudé protégé contre la corrosion,
- d'un métal déployé protégé contre la corrosion.

Les fixations de l'armature métallique ou des panneaux fibre agglo devront être adaptées au type et à l'épaisseur du panneau support et à l'entraxe des montants de l'ossature.

Revêtement plastique épais (RPE)

Les revêtements plastiques épais sont classés selon leur aspect, leur consommation en kg/m² en 1 couche (indépendamment des couches d'apprêt) et de la dimension des plus gros grains.

Fig. 3,15 et 3,16
Les enduits aux mortiers de liants hydrauliques sont fréquemment appliqués sur des treillis métalliques.

Ce système de finition comprend plusieurs éléments :

- une couche d'impression,
- une garniture de joint,
- un pontage,
- des couches de finition,
- un support d'enduit : panneau de revêtement extérieur en bois ou doublage extérieur isolant.

La mise en œuvre sur des panneaux bois ne peut se faire que sur des panneaux contreplaqués (NF EN 636-3) ou de particules liées au ciment (NF EN 634), et devra être conforme au DTU 41.2.

La mise en œuvre sur des doublages extérieurs isolants (plaques de polystyrènes, de laines minérales, etc.) devra être conforme au guide Agrément technique européen correspondant au produit.

Autres revêtements extérieurs

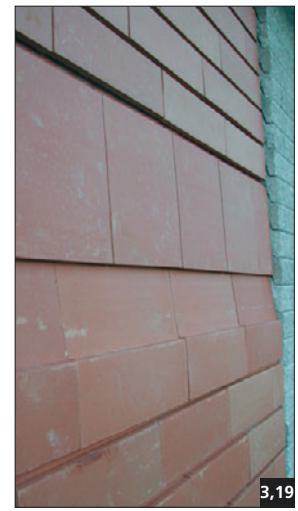
De nombreux autres produits, peuvent êtres employés pour réaliser un revêtement extérieur, tel qu'un mur de doublage en maçonnerie, un revêtement mural attachés en pierre mince ou un bardage en écailles.

© AFCOBOIS

Fig. 3,17
L'association de revêtement mural en briques maçonnées, en crépis et en lames de bardage verticales et horizontales apportent de grandes possibilités architecturales.

© CNDB

Fig. 3,18
Ce revêtement mural est réalisé en briques en pierres reconstituées.



© CNDB

Fig. 3,19
Ce revêtement mural est réalisé en briques en terre cuite.

D'autres revêtements sont d'un usage moins courant, mais enrichissent les possibilités architecturales. On distingue les bardeaux bitumés, les lames en métal ou matériau de synthèse, les stratifiés décoratifs haute pression en écailles ou en plaques, les matériaux de synthèse en plaque, pressés à plat ou en forme…

Ces revêtements doivent faire l'objet d'un Avis technique et leur mise en œuvre doit respecter les spécifications du fabricant.

Mur de doublage en maçonnerie

La mise en œuvre de ce type de revêtement doit se faire conformément aux DTU 20.1 et 31.2. Le support pour ces revêtements peut être continu ou discontinu. Le doublage en maçonnerie est autoporteur. Il est maintenu à la distance requise par des attaches métalliques enfoncées dans les montants de l'ossature. Les briques utilisées sont pleines et d'épaisseur minimum 10 cm.

Revêtements muraux attachés en pierre mince

La mise en œuvre de ce type de revêtement doit se faire conformément aux DTU 55.2 et 31.2. Ce type de revêtement est limité aux bâtiments à deux niveaux au plus.

De nombreux matériaux sont disponibles :
- d'origines minérales,
- en fibres-ciment,
- en terre cuite,
- en béton,
- en métal,
- en matériaux de synthèse,
- en bardeaux bituminés.

Selon leur nature, l'assujettissement des écailles s'effectue par pointe, par crochet, par emboîtement, etc. En l'absence de DTU de bardage correspondant, il faut respecter pour la mise en œuvre les spécifications du fabricant.

Marquage CE

Les revêtements extérieurs

Les revêtements extérieurs nécessiteront un système d'attestation de conformité de niveau 1 à 4, selon les exigences des normes européennes harmonisées ou des guides d'Agrément technique européen correspondants, qui se répartissent en fonction de leur réaction au feu. Elles sont définies dans le tableau «Système d'attestation de conformité des revêtements extérieurs».

Système d'attestation de conformité des revêtements extérieurs (tab.3,2)

PRODUITS	RÉACTION AU FEU	SYSTÈME D'ATTESTATION
Revêtements extérieurs avec étape de production améliorant la réaction au feu	A, B, C	1
Revêtements extérieurs sans étape de production améliorant la réaction au feu	A, B, C	3
Revêtements extérieurs dont la réaction au feu ne requiert pas d'essai	A	4
Autres revêtements extérieurs	D, E, F	4
Revêtements extérieurs sans réaction au feu		4

Référentiels techniques des revêtements extérieurs (tab.3,3)

REVÊTEMENTS	RÉFÉRENTIELS
Lame de bardage en bois massif	NF EN 14915
Lame de bardage composite	ATE
Panneaux de parement extérieur	NF EN 13986
Doublage isolant avec RPE	ETAG 004
Kits de vêture extérieur	ETAG 017

Les revêtements intérieurs

Les principaux revêtements intérieurs regroupent les revêtements pour les parois verticales, les plaques de plâtres, le lambris, les panneaux décoratifs et les revêtements pour les planchers, le parquet et les revêtements de sol stratifiés.

Plaques de parement en plâtre

Les plaques de plâtre sont utilisées dans les ouvrages de revêtements intérieurs de murs et plafonds. Ces ouvrages sont destinés à assurer une ou plusieurs fonctions, l'aspect, la délimitation d'un volume, un complément d'isolation thermique ou acoustique, une protection aux chocs et une protection des structures en cas d'incendie. Les plaques de plâtre participant au contreventement de la structure relèvent de la procédure de l'Avis technique.

© CNDB

Fig. 3,20
Les plaques de plâtres sont largement utilisées dans les constructions à ossature bois.

Caractéristiques et dimensionnement

La norme NF P 72-302 définit les principales caractéristiques des plaques, et leurs mises en œuvre sont décrites par le DTU 25.41.
Il existe trois épaisseurs standards (9,5, 12,5 et 15 mm) et deux largeurs standards (900 et 1 200 mm).

La qualité la plus utilisée en construction bois est la plaque standard. La plaque « Haute Dureté » est employé pour les usages spéciaux (bâtiments scolai-

res, etc.), la plaque « Spéciale Feu » sera retenue lorsque les exigences de la sécurité incendie portent sur des durées coupe-feu ou pare-flammes importantes.

Pour une utilisation en parement de murs ou plafonds de pièces humides (salle de bains, cuisine, etc.), il est nécessaire d'utiliser des plaques de parement en plâtre ayant reçues un traitement d'hydrofugation des parements et/ou à cœur. Les plaques peuvent être ou non revêtues en usine d'un pare-vapeur. Les bords longitudinaux sont amincis et/ou arrondis pour permettre le traitement des joints de façon à les dissimuler et à obtenir une surface finie sans discontinuité.

On distingue deux types de supports :
- les supports discontinus : montants d'éléments de structure de mur, qui ne comportent pas de parement rigide (voile travaillant,...) du coté où est fixé le revêtement intérieur, ou bien encore des entraits ou arbalétriers de fermes, des chevrons.
- supports continus : parement rigide, assurant ou non le contreventement et fixé sur l'ossature du coté intérieur (panneau bois).

En règle générale, la fixation des plaques nécessite la mise en place d'une ossature intermédiaire sur le support afin de répondre aux prescriptions de mise en œuvre, à moins que la structure support n'y satisfasse elle-même.

Cette ossature intermédiaire est indispensable dans le cas de charpente en fermes assemblées par connecteurs (fermettes) et est disposée perpendiculairement aux fermes.

Dans le cas de murs extérieurs à ossature bois, la mise en place de cette ossature intermédiaire permet de créer un vide technique dans lequel sont disposées les gaines de fluides (chauffage, électricité, etc.) et éventuellement un complément d'isolation.

Ainsi, il n'est pas nécessaire d'altérer les éléments de l'ossature, et surtout de percer le film pare-vapeur pour le passage de ces gaines et des boîtiers électriques, ce qui dans le cas contraire, contribuerait à diminuer les performances des murs à l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau.

Système certification qualité

Le label de qualité « NF Plaque de parement plâtre » certifie les caractéristiques suivantes :
- Caractéristiques dimensionnelles
- Déformation sous charge
- Résistance à la rupture en flexion
- Dureté superficielle
- Absorption d'eau.

Lambris

Les lambris sont des revêtements de menuiserie ou de décor en bois, composés d'éléments généralement juxtaposés et assemblés sur un mur, une cloison ou un plafond. Ils peuvent aussi créer une paroi afin de cacher une surface ou une zone déterminée par recouvrement. Les lames de lambris en bois massif sont rainées et bouvetées sur deux ou quatre rives.

Elles sont définies selon leurs dimensions, classement, humidité et le traitement de préservation et les

© Fimforest France

Fig. 3,21
Les lambris peuvent être en sapin.

deux principales essences de bois utilisées sont le pin maritime et le châtaignier.
Il est préférable d'appliquer une finition sur les lambris afin de les protéger, en intérieur : lasures, peintures ou vernis et en extérieur : lasures ou peintures.
Les lames de lambris peuvent être posées sur support continu ou discontinu. L'écartement des supports ou des fixations ne doit pas dépasser 40 fois l'épaisseur des lames, soit 40 cm pour une épaisseur de 10 mm.

La pose de lambris en ambiance humide : cuisine, salle de bains, extérieurs abrités (sous-face de débord de toiture) nécessite une lame d'air ventilée à l'arrière du lambris, d'une épaisseur mini 1 cm.
Les lames de lambris sont fixées par clouage, agrafage ou clipsage.

Système certification qualité

Le label de qualité « NF Lambris et parquets en pin maritime » certifie les caractéristiques suivantes :

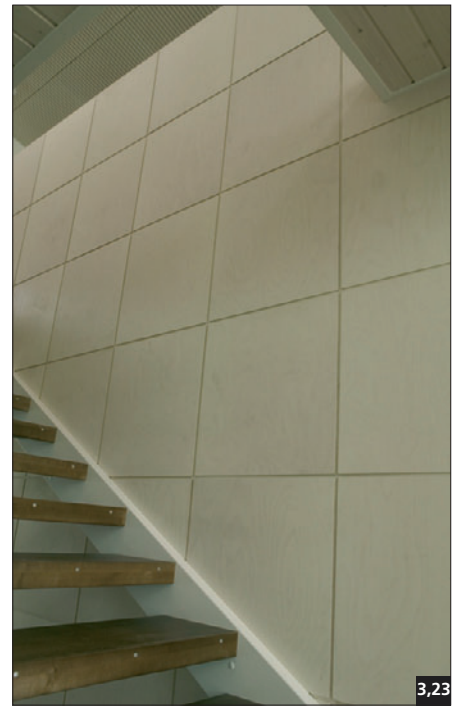
- Conformité dimensionnelle
- Humidité
- Classement d'aspect
- Résistance à la flexion pour les produits aboutés.

3,22
© CTBA

Panneaux de parement intérieur bois

Les panneaux utilisés comme revêtements intérieurs sont essentiellement des panneaux à base de bois, placages panneaux contreplaqués ou lattés, panneaux de particules, panneaux de fibres. Ils sont revêtus d'un placage de bois ou d'un élément de décor bois. On distingue les panneaux décoratifs plaqués bois, les plaques de stratifié décoratif haute pression, les panneaux mélaminés, les panneaux revêtus stratifiés et les éléments panneautés massifs.

La plupart des panneaux à base de bois, contreplaqués, OSB, MDF en particulier peuvent être utilisés en parement intérieur.


3,23
© Finnforest France

Caractéristiques et dimensionnement

Ces panneaux sont classés, selon la norme NF B 54-200, en fonction des paramètres suivants :

- Le support : placage, contreplaqué, latté, panneau de particules, panneau de fibres dures, panneau MDF, stratifié, autres panneaux composites à base de bois
- Le type de collage : pour milieu sec ou pour milieu humide
- L'essence du placage de surface
- L'assemblage des placages de surface
- La structure des placages (tranché, déroulé, loupe, autres)
- La finition
- Les caractéristiques particulières (ignifugation, acoustique)
- La forme (plan, galbé, moulé)
- Le domaine d'utilisation privilégié (usage général,

Fig. 3,22
Ces panneaux perforés apportent une correction acoustique efficace.

Fig. 3,23
Les panneaux utilisés comme revêtements intérieurs peuvent être employés dans les lieux publics lorsqu'ils sont ignifugés.

panneau pour mur, panneau pour plafond, panneau pour sol, panneau pour meuble, panneau pour agencement).

Plaques HPL

Les plaques de stratifié décoratif haute pression (HPL) sont définies dans la norme EN 438.

Panneaux surfacés mélaminés et stratifiés

Ce sont des panneaux dont les surfaces sont revêtues d'une ou plusieurs feuilles de papiers pré-imprégnées de résine (à base de mélamine thermodurcissable) assemblées sous pression et chaleur.
Les panneaux stratifiés sont des panneaux à base de bois revêtus de plaque de « stratifié » décoratif haute pression.

Panneaux avec bois massif

Les éléments panneautés lamellés-collés sont composés d'éléments de bois massifs lamellés-collés, avec une colle de type 1 (selon EN 301).
Les éléments trois plis massifs ou plus (cinq, sept... plis) sont composés de trois couches de bois massifs : les deux couches extérieures sont des parements, la couche médiane perpendiculaire est constituée de lattage jointif.

Panneaux décoratifs plaqués bois

La norme NF B 54-202 définit les spécifications des panneaux décoratifs plaqués bois.
Tolérances (NF EN 324-1 et NF EN 324-2) :
- sur épaisseurs définies dans la norme selon les supports
- sur longueur et largeur : 1mm/m,
- sur rectitude des bords : 1mm/m,
- sur équerrage : 1 mm/m.

Essai de collage à réaliser ainsi que les spécifications à atteindre.
Teneur en formaldéhyde, pour les panneaux, par la méthode d'analyse des gaz (NF EN 717-2) soit classe 1 (moins de 3,5 mg HCHO/m2h, soit classe 2 (entre 3,5 et moins de 10 mg HCHO/m2h. Aspect des faces selon NF B 54 201.
Des propriétés additionnelles peuvent être définies en fonction d'un usage donné.

Panneaux stratifiés décoratifs

La norme NF EN 438-1 définit les spécifications des stratifiés décoratifs haute pression.
Ces spécifications portent sur :
- la couleur et dessin,
- le fini de surface,
- l'épaisseur,
- l'aspect,
- les équerrages et parallélisme.

Caractéristiques de résistance à l'abrasion, à l'immersion dans l'eau bouillante, thermique superficielle, au choc, à la fissuration, à la rayure, aux tâches, aux brûlures de cigarette, à la tenue des teintes à la lumière :
- Aptitude au post formage
- Résistance à la vapeur d'eau
- Réaction au feu
- Valeurs de résistances mécaniques pour les stratifiés épais et compact.

Panneaux de particules surfacés mélaminés

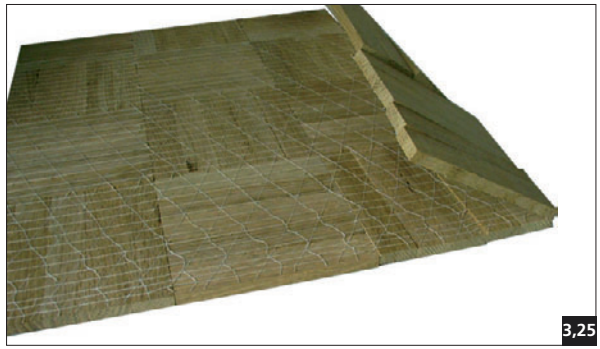
La norme NF EN14322 définit les spécifications des panneaux de particules surfacés mélaminés.
Ces spécifications portent sur :
- l'aspect des faces,
- les caractéristiques dimensionnelles,
- l'humidité,
- les arrachements de surface,
- la résistance à la fissuration, à l'abrasion, au choc, aux produits chimiques, à l'abrasion, à la lumière.

Le système certification qualité pour les panneaux supports

NF extérieur CTB-X : contreplaqués à usage en extérieur

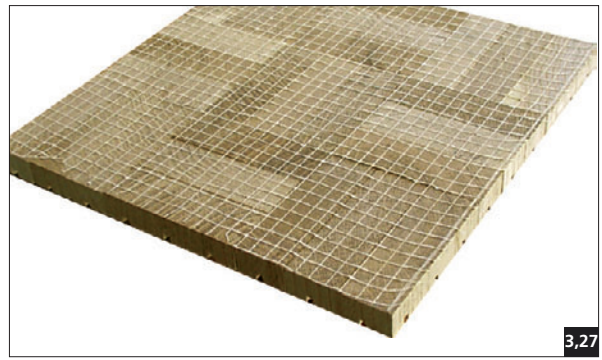
CTB-S : panneau de particules pour usage milieu sec
CTB-H : panneau de particules pour usage milieu humide
CTB-RH : panneau de fibres MDF pour emploi milieu humide
NF réaction au feu : panneau à base de bois de classification en réaction au Feu M1 ou M2
Marque de qualité en cours pour les panneaux OSB.

© Yves Benoît



© Yves Benoît

© Yves Benoît



© Yves Benoît

© Yves Benoît

Fig. 3,24
Lames pour un parquet en bois massif.

Fig. 3,25
Lamelles pour un parquet mosaïque.

Fig. 3,26
Lames pour un parquet contrecollé.

Fig. 3,27
Élément pour un parquet en bois de bout.

Fig. 3,28
Lamelles sur chant.

Parquets

Un parquet est un revêtement, porteur ou non, dont le parement est en bois et permet plusieurs rénovations. Il peut être fixé rigidement (cloué, collé ou par clips), ou laissé flottant, et peut apporter un complément d'isolation phonique. On distingue trois grandes familles de parquets : le parquet en bois massif (lames à parquets en bois massif et parquets mosaïques), le parquet contrecollé et les autres parquets à coller (parquets en bois de bout et lamelles sur chant).

Les lames à parquet en bois massif sont des éléments de bois manufacturés, à parement lisse, d'épaisseur régulière et de profil constant, destinées, par assemblage avec d'autres éléments semblables, à constituer un parquet.

Un parquet mosaïque est un ensemble composé de lamelles de bois massif de forme parallélépipédique

sans aucun autre usinage, juxtaposées rive contre rive de façon à constituer un carré.
Un parquet contrecollé est un ensemble composé d'éléments de parement juxtaposés et collés sur un support lui-même constitué d'un ou plusieurs éléments en bois ou en panneaux dérivés du bois (contreplaqué, particules, MDF, etc.). Le parquet contrecollé se présente sous forme soit de panneaux, soit de lames.
Un parquet en bois de bout est constitué d'éléments parallélépipédiques dont le parement est en bois de bout. Ils ont généralement les chants à plats et sont fixés par collage.

Un parquet à lamelles sur chant est constitué de lamelles sur chant de forme parallélépipédique sans aucun autre usinage. Ils sont fixés par collage.

Classement d'usage

En France, le classement d'usage des revêtements de sol est donné par le classement UPEC, établi sous le contrôle du CSTB. Ce classement est défini en fonction de l'intensité du passage et de la nature de l'activité. Il intègre la sévérité d'usage en matière :
- d'usure (U) ;
- de poinçonnement statique ou dynamique (P) ;
- de présence d'eau accidentelle ou régulière (E) ;
- d'attaques de produits chimiques (C).

Le cahier 2999 du CSTB indique pour chaque type de locaux le classement UPEC nécessaire pour le revêtement de sol.
Depuis 1996, la norme NF EN 685 identifie également des classes de destination des revêtements de sols. Elle définit des domaines d'utilisation affectés d'un niveau d'usage. Les classes sont identifiées par un nombre et/ou un symbole.

Le chiffre des dizaines correspond à la nature du local :
- 2 : domestique
- 3 : commercial
- 4 : industriel.

Le chiffre des unités correspond à l'intensité du trafic :
- 1 : modéré
- 2 : général
- 3 : élevé
- 4 : très élevé.

Chaque classement est nécessaire, car les critères définis ne sont pas tous identiques (nature et qualité de finition, présence d'eau, etc.).

Techniques de pose

Selon sa nature, un parquet peut être posé de différentes manières :
- Pose clouée sur lambourdes ou solives fixes
- Pose clouée sur des lambourdes flottantes
- Pose clouée sur support continu (sans lambourde)
- Pose collée sur support continu
- Pose flottante sur support continu.

La pose clouée doit être conforme au DTU 51.1, la pose collée conforme au DTU 51.2 et la pose flottante conforme au DTU 51.11.

Décors normalisés

Différents décors sont réalisables, en fonction du type de parquet :
- À l'anglaise à coupe perdue : les lames sont disposées parallèlement, la jonction en bout est aléatoire.
- À l'anglaise à joints sur lambourdes : les lames sont disposées parallèlement, la jonction en bout se fait sur les lambourdes.
- À l'anglaise à coupe de pierre : les lames sont disposées parallèlement, la jonction en bout se fait de façon régulière alternativement.
- À bâtons rompus : les lames sont disposées perpendiculairement entre elles, suivant un angle de 45° par rapport aux directions des parois ou des lambourdes.

Dimensions selon le type de parquet (tab.3,4)

TYPE DE PARQUET	ÉPAISSEUR (MM)	LARGEUR (MM)	LONGUEUR (MM)
Lames à parquets en bois massif à clouer :			
en chêne	14 à 23	> 40	> 250
en châtaignier	14 à 23	> 40	> 250
en pin maritime	23	⩾ 50	> 400
en sapin/épicéa	16 à 23	40 à 140	> 2000
en hêtre	14 à 23	50 à 70	
Lames à parquets en bois massif à coller :			
collage seul	9 à 11	< 75	< 400
	13 à 15	< 80	< 600
collage/clouage	6 à 10	< 180	< 900
Parquets mosaïques	8	< 35	< 165
Parquets à coller en éléments autres que mosaïques :			
en lames	6 à 10	< 50	< 350
en panneaux	cf. fab.	cf. fab.	cf. fab.
Parquets contrecollés :			
en lames	13 à 30	50 à 200	> 240
en panneaux	13 à 30	cf. fab.	200 à 650
Parquets en bois de bout	13 à 30	24 à 80	
Lamelles sur chant	20 à 30	4 à 10	< 240

• En point de Hongrie : les lames sont coupées en bout suivant un angle de 45° ou 60° et formant des travées parallèles entre elles.

Dimensions (en mm)

Selon le type de parquet, les dimensions courantes sont différentes (tableau ci-dessus).

Essences de bois utilisables

Selon le type de parquet, un certain nombre d'essences de bois sont couramment utilisées en France (tableau ci-contre).

Principales essences de bois utilisées en France (tab.3,5)

ESSENCE	PARQUETS[12]
Chêne	Massifs / Mosaïques / À coller / Contrecollés / En bois de bout / Lames sur chant
Châtaignier	Massifs / Mosaïques / Contrecollés / Lames sur chant
Hêtre	Massifs / Panneaux démontables
Résineux	Massifs / En bois de bout
Bois tropicaux	Massifs / Mosaïques / À coller / Contrecollés / En bois de bout / Lames sur chant

[12] *Pour les locaux à trafic intense, il existe aussi des parquets densifiés.*

Classe de dureté des essences de bois

Quatre classes conventionnelles ont été retenues. Le tableau suivant indique pour les essences de bois les plus utilisées, la classe de dureté correspondante.

ESSENCE		CLASSE DE DURETÉ
Aulne Épicéa	Pin sylvestre Sapin	A dureté Brinell entre 10 et 20 N/mm²
Bouleau Bossé Châtaignier Mélèze Merisier	Noyer Pin maritime Sipo Teck	B dureté Brinell entre 20 et 30 N/mm²
Afrormosia Angelique Charme Chêne Érable Eucalyptus Frêne	Hêtre Iroko Makoré Moabi Movingui Orme	C dureté Brinelle entre 30 et 40 N/mm²
Cabreuva Doussié Ipé	Jatoba Merbau Wengé	D dureté Brinell > 40 N/mm²

Choix d'un parquet

Le choix d'un parquet dépend d'un certain nombre de critères :

- l'usage : type de locaux, fréquentation, etc.
- le support : continu, discontinu, sain, etc.
- l'environnement : humidité, chauffage, etc.
- le type d'entretien : locaux publics, commerciaux, etc.
- le budget et délai de réalisation
- la compétence du personnel chargé de mise en œuvre
- l'esthétique : essence, dessin, décors, etc.

Niveau d'utilisation

Le tableau suivant indique les classements d'usage des parquets, en fonction de l'épaisseur de la couche d'usure et de la classe de dureté de l'essence de bois.

CLASSEMENT D'USAGE NF EN 685 SELON XP B 53-669				
Épaisseur de la couche d'usure E (en mm)	Classement de dureté			
	A	B	C	D
$2,5 \leq e < 3,2$	21	21	23	31
$3,2 \leq e < 4,5$	21	22	31	33
$4,5 \leq e < 7$	22	23	33	34
$e \geq 7$	22	31	34	41

Entretien des parquets

En fonction de la fréquence et de l'importance du trafic sur le parquet, un entretien minimum est à prévoir et à adapter selon le type de finition utilisée :

- Sealer, Vernis
- Encaustique ou Cire
- Huiles

Système certification qualité

Le label « NF Parquets » certifie les caractéristiques suivantes :

- Conformité dimensionnelle
- Humidité
- Classement d'aspect
- Aptitude à l'emploi
- Finition éventuelle en usine

Le label « NF Lambris et parquets en pin maritime » certifie les caractéristiques suivantes :

- Conformité dimensionnelle
- Humidité
- Classement d'aspect
- Résistance à la flexion pour les produits aboutés

Revêtements de sols stratifiés

Un revêtement de sol stratifié a un parement constitué d'une ou plusieurs feuilles minces d'un matériau fibreux (généralement du papier), imprégné de résines aminoplastes, thermodurcissables (principalement de la mélamine). Les éléments de revête-

ment de sol stratifié sont constitués d'un parement, d'une âme et d'un contre parement, mis au format et usiné sur les chants. Ces éléments sont généralement usinés avec rainures et languettes pour faciliter l'assemblage au moment de l'installation. Ils sont généralement revêtus d'un overlay.

Le **parement** est la couche supérieure décorative, destinée à être le côté visible lorsque le revêtement de sol est installé. Cette couche est constituée de feuilles imprégnées avec des résines thermodurcissables pressées selon trois techniques différentes, le stratifié haute pression (HPL), le stratifié pressé en continu (CPL) et le stratifié composé de couches directement pressées sur l'âme (DPL).

Le matériau support du parement du revêtement de sol stratifié est **l'âme** du composite. Il s'agit généralement d'un panneau de particules, de fibres de moyenne densité (MDF) ou de fibres de haute densité (HDF).

Le **contre parement** est la couche opposée au parement. Il est généralement composé de HPL, CPL, DPL, papiers imprégnés ou placages bois. Il est principalement utilisé pour contrebalancer et stabiliser le produit.

En France, le **classement d'usage** des revêtements de sol est donné par le classement UPEC et par les classes de destination des revêtements de sols.

Exigences de classification

Tous les revêtements de sol stratifiés doivent être classés selon leur aptitude aux différents niveaux d'utilisation définis par la norme NF EN 685, en fonction des exigences obtenues selon les normes d'essais correspondantes, définies dans les tableaux suivants (ci-dessous et page suivante).

Niveau d'utilisation et marquage

Les revêtements de sol stratifiés conformes aux exigences de la norme NF EN 13329 doivent être nettement marqués par le fabricant soit sur l'em-

Utilisation dans un local commercial (tab.3,5)

NIVEAU D'UTILISATION	MODÉRÉ 31	GÉNÉRAL 32	ÉLEVÉ 33
Résistance à l'abrasion : NF EN 13329	AC3	AC4	AC5
Résistance aux chocs : NF EN 13329	IC1	IC2	IC3
Résistance aux taches : NF EN 438 groupes 1 et 2 groupes 3	 5 ≥ 4	 5 ≥ 4	 5 ≥ 4
Résistance aux brûlures de cigarettes : NF EN 438	≥ 4	≥ 4	≥ 4
Effet d'un pied de meuble : NF EN 424	Aucun dommage	Aucun dommage	Aucun dommage
Effet d'une chaise à roulette : NF EN 425	Aucun dommage	Aucun dommage	Aucun dommage
Gonflement en épaisseur : NF EN 13329	≤ 18 %	≤ 18 %	≤ 18 %

Utilisation dans un local domestique (tab.3,6)

NIVEAU D'UTILISATION	MODÉRÉ 21	GÉNÉRAL 22	ÉLEVÉ 23
Résistance aux taches : NF EN 438 groupes 1 et 2 groupes 3	 ≥ 4 ≥ 3	 5 ≥ 4	 5 ≥ 4
Résistance aux brûlures de cigarettes : NF EN 438		≥ 4	≥ 4
Effet d'un pied de meuble : NF EN 424			Aucun dommage
Effet d'une chaise à roulette : NF EN 425			Aucun dommage
Gonflement en épaisseur : NF EN 13329	≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 20 %

ballage, soit sur une étiquette. La classe appropriée au niveau d'utilisation conformément à la norme NF EN 685, doit être indiquée sous forme d'un suffixe ajouté au numéro de la norme, par exemple la désignation d'un revêtement de sol stratifié à un usage domestique général s'écrit : « Revêtement de sol stratifié, EN 13329-22 ». Aucune utilisation en local industriel n'est possible avec des revêtements de sols stratifiés.

Les revêtements de sol stratifiés se posent selon la technique de pose flottante. Dans l'attente d'un DTU spécifique aux revêtements de sols stratifiés, la pose peut être effectuée selon le DTU 51-11 « Pose flottante des parquets et revêtements de sols contrecollés à parement bois ».

Entretien

Les stratifiés sont livrés finis. En raison de leur surface lisse, ils ne retiennent ni la saleté, ni la poussière. Pour des raisons d'hygiène il est important de réaliser des joints complètement hermétiques, par un emboîtement parfait des lames, et par un dosage parfait de la colle. L'entretien des stratifiés se fera à la serpillière essorée, éventuellement imbibée de produit d'entretien. En effet ils résistent à la plupart des produits chimiques ménagers et solvants organiques. (acetone, white spirit, benzene...)

Les revêtements de sols (parquets, stratifiés) nécessiteront un système d'attestation de conformité de niveau 1 à 4, selon les exigences de la future norme européenne harmonisée, qui se répartissent ainsi en fonction de leur réaction au feu.

Le système d'attestation de conformité des panneaux dérivés du bois employés en revêtement intérieurs est décrit page au paragraphe « Marquage ce des panneaux dérives du bois ».

Marquage CE

Les revêtements intérieurs

Les revêtements intérieurs nécessiteront un système d'attestation de conformité de niveau 1 à 4, selon les exigences des futures normes européennes harmonisées ou des futures guides d'Agrément technique européen correspondants, qui se répartissent en fonction de leur réaction au feu comme dans les tableaux suivants.

Système d'attestation de conformité des revêtements intérieurs (tab.3,7)

PRODUITS	RÉACTION AU FEU	SYSTÈME D'ATTESTATION
Revêtements intérieurs avec étape de production améliorant la réaction au feu	A, B, C	1
Revêtements intérieurs sans étape de production améliorant la réaction au feu	A, B, C	3
Revêtements intérieurs dont la réaction au feu ne requiert pas d'essai	A	4
Autres revêtements intérieurs	D, E, F	4
Revêtements intérieurs sans réaction au feu		4

Système d'attestation de conformité des revêtements de sols (tab.3,8)

PRODUITS	RÉACTION AU FEU	SYSTÈME D'ATTESTATION
Revêtements de sols pour usages extérieurs	–	4
Revêtements de sols pour usages intérieurs avec étape de productionaméliorant la réaction au feu	A_{FL}, B_{FL}, C_{FL}	1
Revêtements de sols pour usages intérieurs sans étape de production améliorant la réaction au feu	A_{FL}, B_{FL}, C_{FL}	3
Revêtements de sols pour usages intérieurs dont la réaction au feu ne requiert pas d'essai	A_{FL}	4
Autres revêtements de sols pour usages intérieurs	D_{FL}, E_{FL}, F_{FL}	4

Référentiels techniques des revêtements (tab.3,9)

REVÊTEMENTS	RÉFÉRENTIELS
Plaque de parement en plâtre	NF EN 520
Parquets bois massif	NF EN 14342
Panneaux de parements intérieurs	NF EN 13986
Revêtements de sols stratifiés	NF EN 14041
Parquets contre-collés	NF EN 14354

4 Les assemblages

De nombreux types d'assemblages sont à la disposition du concepteur. Certains sont d'un usage courant pour les maisons d'habitation, tels que les pointes, clous et agrafes, vis, tire-fonds, boulons, tiges filetées, chevilles métalliques, boîtiers, étriers, équerres, connecteurs, colles et adhésifs ; d'autres sont réservés à des bâtiments plus imposants, comme les crampons et anneaux, les broches...

Pointes, Clous et Agrafes

Les pointes métalliques sont des assembleurs permettant d'assurer des liaisons planes ou tridimensionnelles dans la fabrication de charpente et d'ossature en bois.

Caractéristiques et dimensionnement

Dans la construction, plusieurs types de pointes sont couramment utilisés, les pointes lisses et des pointes torsadées, annelées ou cannelées si l'on recherche une plus grande résistance.

Les liaisons réalisées par pointes métalliques sont conventionnellement assimilées à des pivots. Pour le dimensionnement, selon les hypothèses initiales, il est nécessaire d'évaluer les efforts de cisaillement qui agissent sur le nœud. Le tout doit être réalisé conformément aux règles CB71 ou EC5 et/ou aux PV d'essais de laboratoires.

Dans certains cas, une solution par agrafes peut se substituer à une solution par pointes (voile travaillant). Dans cette configuration, l'utilisateur veillera à contrôler la conformité et la véracité des valeurs indiquées par le fabricant.

La reprise d'efforts d'arrachement par des pointes lisses est interdite par les CB 71(§ 4.62-122). En revanche selon le type de pointe, certains règlements et autres documents (EC5, Guide pratique de conception et de mise en œuvre du BLC) autorisent un tel usage. Il est important de se fixer des limites d'emplois conditionnées par le «risque», les règles de bonne construction et les règlements en vigueurs.

© Simpson Strong-Tie

© Simpson Strong-Tie

© Simpson Strong-Tie

Fig. 4,1 et 4,2
Les pointes torsadées, annelées ou cannelées peuvent reprendre des efforts d'arrachement (se reporter à la documentation technique du fabricant).

Fig. 4,3
Les vis dont le diamètre est inférieur à 6 mm sont dimensionnées (cisaillement) avec les règles des pointes CB 71 et les tire-fonds sont dimensionnés avec le Guide Pratique de conception et de mise en œuvre des charpentes en Bois lamellé-collé.

Certaines essences de bois acides nécessitent des organes de fixations en inox ou avec un traitement anti-corrosion notamment pour le western red cedar, le chêne et le Châtaignier.
Une utilisation en extérieur en zone de climat maritime (< 10 Kms depuis le bord de mer) il faut des organes en aciers inoxydables.

Vis, Tire-fonds

Des vis sont des tiges cylindriques métalliques filetées en partie ou en totalité qui permet de reprendre des efforts de cisaillement et de traction. Au-delà de 6 mm de diamètre, une vis a bois peut être assimilée à un tire-fond. Le tire-fond est qualifié de grosse vis comportant un pas en rapport avec sa dimension, et avec une tête hexagonale.

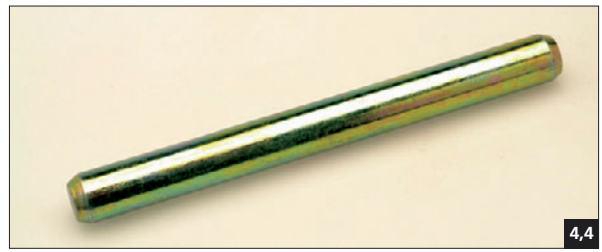
Caractéristiques et dimensionnement

Par opposition au CB 71, seul l'Eurocode 5 donne toutes les indications pour évaluer la résistance des vis et tire-fonds. Cependant par extension des CB 71 il peut être admis d'utiliser les règles des pointes (cisaillement) pour les vis dont le diamètre est inférieur à 6 mm. Pour les tire-fonds, le Guide pratique de conception et de mise en œuvre des charpentes en bois lamellé-collé (Guide du SNCCBLC) donne des indications pour une reprise d'efforts en cisaillement et en traction.

En fonction de la destination finale du bâtiment, il est indispensable de contrôler la compatibilité du revêtement ou la matière des vis ou tire-fonds avec l'ambiance extérieure.

Boulons, Tiges filetées, Broches

Les boulons sont des tiges métalliques dont une extrémité porte une tête, tandis que l'autre est filetée pour recevoir un écrou. Les tiges filetées ont une partie ou la totalité de la tige filetée. Les broches sont des tiges métalliques souvent lisses permettant de transmettre



© Simpson Strong-Tie

© Simpson Strong-Tie

Fig. 4,4 et 4,5
Les boulons, tiges filetées et les broches permettent d'assurer des liaisons mécaniques bois/bois ou bien, bois/métal.

uniquement des efforts de cisaillement. Les fixations par tiges regroupent l'ensemble de ces moyens de fixation. Ils permettent d'assurer des liaisons mécaniques bois/bois ou bien, bois/métal.

Caractéristiques et dimensionnement

La réglementation actuelle (CB 71) ne fait pas de différence entre les différentes qualités d'acier qui composent un assemblage. les formules indiquées par ce même règlement correspondent à une enveloppe des différents modes de rupture (rupture du bois et/ou plastification de l'acier). En revanche, la réglementation future, l'Eurocode 5, donne au calculateur tous les modèles nécessaires pour étudier le comportement réel de ce type d'assemblage. La qualité du bois et de l'acier étant les deux principaux facteurs de la résistance.

En fonction de la destination finale du bâtiment, il est indispensable de contrôler la compatibilité du revê-

tement ou la matière des boulons avec l'ambiance extérieure (risques de corrosion notamment).

Les formules indiquées dans les CB 71 correspondent à des assemblages sur bois. Dans le cas où la configuration serait métal/métal, seul l'Eurocode 3 ou les CM66 font référence. L'Eurocode 5 prévoit également les assemblages bois/panneaux et bois/métal.

Chevilles métalliques

Les chevilles métalliques sont des assembleurs permettant d'assurer des liaisons d'éléments en bois ou métalliques dans des supports maçonnés pleins ou creux.

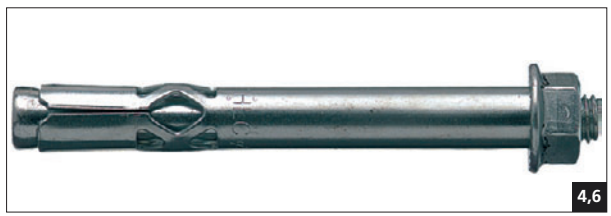


Fig. 4,6
Les chevilles peuvent reprendre des efforts extérieurs de traction et de cisaillement.

Fig. 4,7 à 4,10
Les boîtiers et étriers sont dimensionnez avec les abaques et tableaux des fabricants.

Caractéristiques et dimensionnement

Les liaisons par cheville peuvent être assimilées à des points de fixations capables de reprendre des efforts extérieurs de traction et de cisaillement.

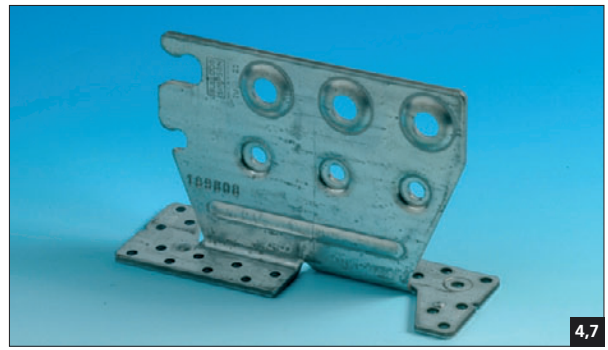
Le transfert de ces sollicitations sur la cheville provoque trois types d'efforts (normal, tranchant et fléchissant) qui occasionnent des modes de rupture caractéristique. En identifiant la résistance pleine masse de la cheville, en y ajoutant des coefficients relatifs à la géométrie et disposition de l'assemblage, nous obtenons une résistance réduite comparable à la valeur de comparaison.

Boîtiers, étriers, équerres

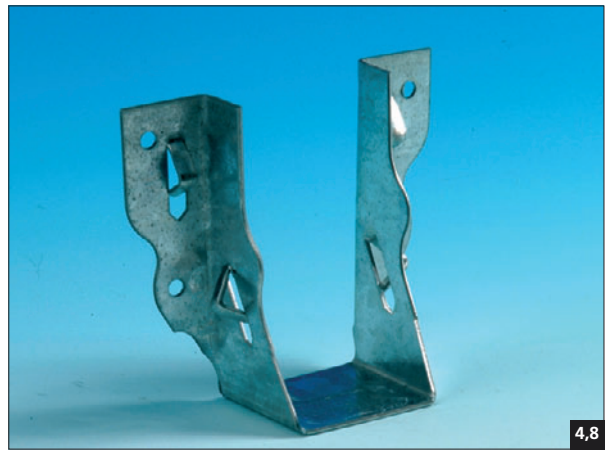
Cette famille d'assembleur est composée d'éléments métalliques industrialisés utilisables en fermettes, charpentes traditionnelles et lamellées-collées.

Caractéristiques et dimensionnement

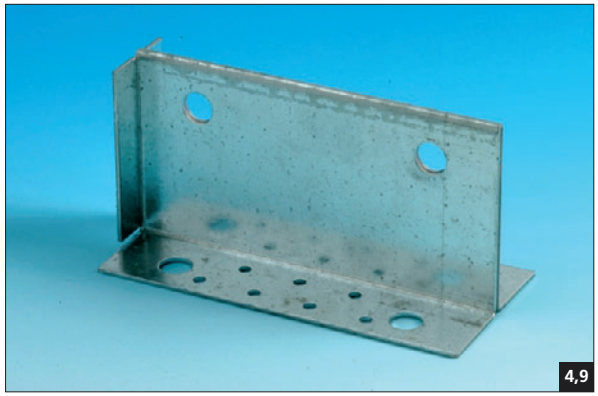
Les épaisseurs de tôle les plus courantes sont comprises entre 1 et 4 mm. Leurs géométries sont obtenues par pliage et/ou emboutissage.



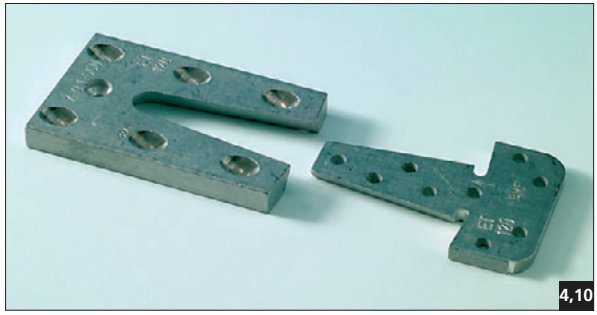
Il est d'usage d'assimiler les boîtiers et étriers à des appuis simples. En revanche, les équerres peuvent, dans certains cas, être assimilées à des pivots. En conséquence, selon le cas pour le dimensionnement, il est indispensable d'évaluer l'effort tranchant (et normal pour les équerres) qui agit sur ces produits.



Une fois ce travail réalisé, les abaques diffusés par les fabricants permettent de contrôler et de valider si l'assembleur et capable de reprendre cette charge.


4,9

© Simpson Strong-Tie


4,10

© Simpson Strong-Tie

Il est important de souligner que les valeurs de comparaison établies dans ces abaques doivent avoir pour origine des essais et une interprétation réalisée par un laboratoire accrédité.

Les sabots et étriers ne sont pas conçus pour reprendre des efforts de traction. Il est seulement autorisé de les faire travailler en reprise d'effort tranchant. Selon la structure, il est donc important de contrôler ce point (par exemple la liaison de montant de poutre au vent).
La mise en place de ce type de produit est réalisée en atelier ou sur chantier au moyen de pointes torsadées, annelées ou cannelées ou de chevilles. Il est d'usage de définir le développé du boîtier pour pré dimensionner le sabot : 2/3 de la hauteur de la poutre x 2 + épaisseur de la poutre.

Lorsque la structure doit répondre à des exigences de tenue au feu, il est obligatoire que l'épaisseur de la tôle des sabots soit de 4 mm pour une stabilité de 30 minutes (DTU Bois Feu 88).

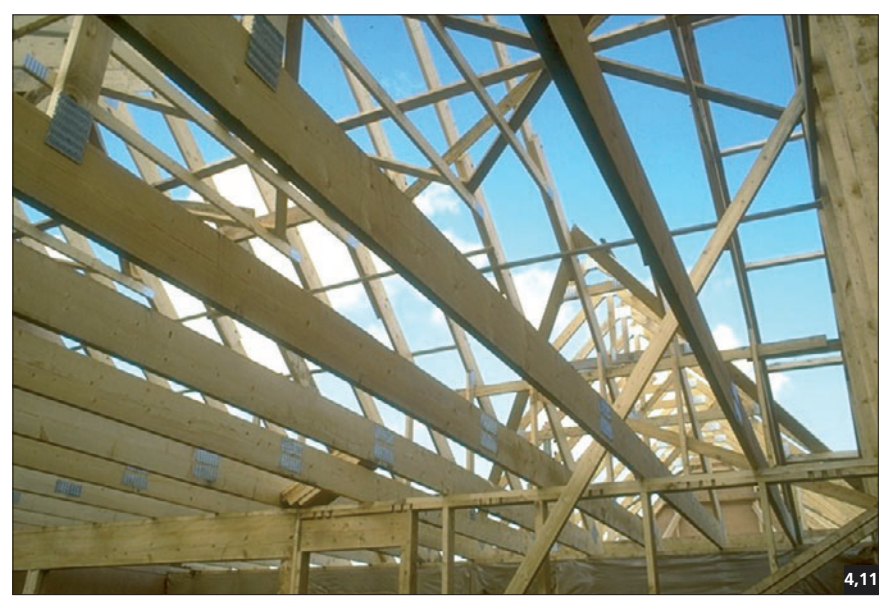
Connecteurs

Les connecteurs métalliques sont des assembleurs permettant d'assurer des liaisons planes dans la fabrication d'éléments industrialisés de charpente en bois.

Caractéristiques et dimensionnement

Les connecteurs sont emboutis dans des tôles d'acier dont l'épaisseur est comprise entre 0,9 et 2,5 mm. Leurs géométries sont obtenues par emboutissage pour former un réseau de picots capable de transmettre les efforts.

Les liaisons réalisées par connecteurs métalliques sont conventionnellement assimilées à des pivots. Pour le dimensionnement, selon les hypothèses initiales, il est nécessaire d'évaluer les efforts normaux


4,11

© CTBA

Fig. 4,11
Les connecteurs sont essentiellement employés pour les charpentes industrielles.

et tranchants qui agissent sur le nœud. Selon la configuration géométrique de la plaque face au bois, ces efforts sont à comparer aux valeurs admissibles indiquées par le fabricant du produit. Le tout doit être réalisé conformément aux règles CB71 ou Eurocodes, au DTU 31.3, au DTU Bois Feu 88 et à la norme EN 1075.

Les bois utilisés sont généralement de catégorie ST II (norme NF B 52-001). Cependant, bien que ces caractéristiques mécaniques minimales soient respectées, il est indispensable de s'informer des particularités de l'essence de bois utilisée.

La majorité des connecteurs commercialisés en France sont en acier de qualité S250GD (NF EN 1047). Ils doivent avoir une protection minimale contre la corrosion équivalente à un revêtement de 275g/m² de zinc double face.
De nombreux paramètres conditionnent la bonne tenue d'un connecteur, dont les plus importants sont :
- la méthode de mise en place (presse à plateau, à rouleau) ;
- le pré-enfoncement par marteau (à éviter) ;
- l'humidité et la qualité des bois ;
- la compatibilité du traitement du bois avec les composants du connecteur (par exemple : CCA et zinc) ;
- l'attention particulière sur les nœuds de fermes de pignons (fermes bardées) face aux efforts horizontaux (par exemple : vent) : ces effets ne sont préoccupants que pour des éléments de grandes dimensions ;
- la résistance au feu (aucune résistance naturelle).

Crampons et anneaux

Les crampons et les anneaux sont des produits industrialisés généralement circulaires qui sont associés à un boulon (ou une broche) pour rependre des efforts entre des éléments en bois. Ils sont également employés pour le transfert d'efforts bois/béton ou encore bois/acier.

© Simpson Strong-Tie

Fig. 4,12
Les crampons reprennent des efforts entre des éléments en bois.

Caractéristiques et dimensionnement

Par comparaison aux boulons, ce type d'assembleur permet de solliciter un volume de bois plus important en répartissant plus harmonieusement les efforts. Comme pour les boulons et broches, une réduction doit être apportée en fonction de l'orientation de l'effort par rapport au fil du bois et du nombre d'assembleur en ligne. Il est également important de souligner que le cumul de plusieurs anneaux ou crampons en ligne obéit à des règles définies dans les documents actuellement en vigueur. Il ne faut pas simplement additionner les valeurs unitaires.

Bien que les usages soient tous autres, il est impératif de ne pas cumuler la résistance du boulon à celle de l'anneau. Les souplesses différentes de chacun de ces assembleurs ne le permettent pas. Le boulon permet simplement de solidariser entre eux les éléments de l'assemblage.

La mise en œuvre correcte d'un crampon doit être assurée par le biais d'une presse alors que pour les anneaux, un usinage doit être préalablement réalisé pour permettre un logement correct de l'assembleur.

Classification des adhésifs pour usages structuraux en fonction des conditions climatiques selon NF EN 301 (tab.4,1)

T° DE SERVICE	ÉQUIVALENCE CLIMATIQUE	EXEMPLES	TYPE D'ADHÉSIFS
> 50° C	Non spécifiée	Exposition prolongée à une température élevée	I
< 50° C	> 85% hr à 20° C	Pleine exposition aux intempéries.	I
	< 85% hr à 20° C	Bâtiment chauffé et ventilé. A l'extérieur, protégé des intempéries. Courtes périodes d'exposition aux intempéries.	II

Colles et Adhésifs

Les colles sont fréquemment utilisées comme organes d'assemblages des bois massifs pour réaliser des matériaux pour la construction. Certaines colles sont adaptées aux applications structurales, d'autres colles pour des applications non structurales.

Colle pour usages structuraux (NF EN 301)

Le tableau ci-dessus définit les différents types d'adhésifs à utiliser en fonction des conditions climatiques.

Les adhésifs se déclinent comme suit :

- Adhésifs phénoliques : cela concerne les adhésifs résorcine phénol-formol qui sont en général du type I
- Adhésifs aminoplastes : cela concerne les urées formols spécifiques pour usage en structure, qui sont en général du type II et les mélamines urées formols pour usage en structure, qui sont soit du type I soit du type II

Les différentes classes de sollicitation des adhésifs pour des usages non structuraux (tab.4,2)

CLASSE DE SOLLICITATION	EXEMPLES DES CONDITIONS D'EXPOSITIONS ET DES DOMAINES D'APPLICATION
D1	Intérieur où la température est occasionnellement et pour peu de temps supérieure à 50°C et ou l'humidité relative du bois n'excède pas 15%.
D2	Intérieur en contact de l'eau de ruissellement ou de condensation occasionnelle pendant un temps court et/ou soumis à une humidité de l'air élevée pendant des périodes limitées, l'humidité relative du bois pouvant atteindre 18%.
D3	Intérieur en contact de l'eau de ruissellement ou de condensation fréquente pendant un temps court et/ou soumis à une humidité de l'air élevée à long terme. Extérieur protégé des intempéries.
D4	Intérieur en contact de l'eau de ruissellement ou de condensation importante et fréquente. Extérieur exposé aux intempéries à condition qu'un revêtement de surface adéquat soit appliqué sur l'ouvrage collé.

Les principales destinations sont :
- Bois aboutés suivant EN 385
- Lamellation suivant EN 386
- Bois massifs reconstitués
- Poutres en I

Colle pour usages non structuraux (NF EN 204)

Les adhésifs concernés se déclinent comme suit :
- Adhésifs mono-composants vinyliques qui couvrent selon leurs performances les classes de sollicitation D1-D2 et D3 (application notamment en menuiserie intérieure : aboutage de lamelles, lamellation et assemblage).
- Adhésifs bi-composants vinyliques ou vinyliques modifiées isocyanate (polyuréthane) qui couvrent selon leurs performances la classe de sollicitation D4. (Application notamment pour la menuiserie extérieure protégée par un « revêtement de surface adéquat » : aboutage, lamellation, assemblage.)

Le tableau suivant décrit les différentes classes de sollicitation.

Colle pour usages non structuraux (NF EN 12 765)

Les adhésifs concernés se déclinent comme suit :
- Adhésifs mono-composants polyuréthannes qui couvrent selon leurs performances les classes de sollicitation C1-C2 et C3 (application notamment en menuiserie intérieure : aboutage de lamelles, lamellation et assemblage) et C4 (application notamment en menuiserie extérieure : aboutage de lamelles, lamellation et assemblage).
- Adhésifs bi-composants à base d'urée formol qui couvrent selon leurs performances les classes de sollicitation C1-C2 et C3 et C4 (application notamment en menuiserie (voir plus haut)).

Les adhésifs nécessiteront un système d'attestation de conformité de niveau 1 à 4, selon les exigences des futures normes harmonisées correspondantes, qui se répartissent ainsi :

Niveau d'attestation exigé pour les adhésifs (tab.4,3)

PRODUITS	RÉACTION AU FEU	SYSTÈME D'ATTESTATION
Usage structurel soumis à une réglementation en matière de réaction au feu		
Adhésifs avec étape de production améliorant la réaction au feu	A, B, C	1
Adhésifs sans étape de production améliorant la réaction au feu	A, B, C	3
Adhésifs dont la réaction au feu ne requiert pas d'essai	A	4
Autres panneaux	D, E, F	4
Usage structurel non soumis à une réglementation en matière de réaction au feu		
Tous adhésifs	A à F	2 +
Usage non structurel		
Adhésifs de classe de sollicitation D4	A à F	3
Adhésifs de classe de sollicitation D1, D2 ou D3	A à F	4

Niveau d'attestation exigé pour les assemblages (tab.4,4)

ASSEMBLAGES	NIVEAU DE CONFORMITÉ	RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE
Pointes, clous et agrafes, vis et tire-fonds, boulons, tiges filetées et broches	3	NF EN 14592
Chevilles métalliques	1	ETAG 001
Boîtiers, étriers et équerres métalliques	2	ETAG 015
Connecteurs métalliques, crampons métalliques	3	NF EN 14545

Marquage CE

Les assemblages

Les différents systèmes d'attestation de conformité sont définis à la page du chapitre « Foire aux questions ». Les exigences pour les assemblages sont définies dans le tableau (ci-dessus) « Niveau d'attestation exigé pour les assemblages ».

Protection anti-corrosion

Les matériaux de fixation et d'assemblage, en fonction de leur usage, doivent satisfaire au minimum aux exigences de la norme NF EN 1995-1-1. Le tableau ci-après défini les choix des protections des matériaux à utiliser en fonction de la classe de service et du type d'assemblage.

Exemple de dispositions concernant le choix des matériaux ou de la protection vis-à-vis de la corrosion pour les assemblages (tab.4,5)

ASSEMBLAGES	CLASSE DE SERVICE (2)		
	1 (intérieur sec)	2 (intérieur humide)	3 (extérieur)
Pointes et tirefonds avec $\varnothing \leqslant 4$ mm	rien	Fe/Zn 12c(1)	Fe/Zn 25c(1)
Boulons, broches, pointes et tirefonds avec $\varnothing > 4$ mm	rien		Fe/Zn 25c(1)
Agrafes	Fe/Zn 12c(1)	Fe/Zn 12c(1)	acier inoxydable
Plaques métalliques embouties et plaques à clous d'épaisseur $\leqslant 3$ mm	Fe/Zn 12c(1)	Fe/Zn 12c(1)	acier inoxydable
Plaques métalliques d'épaisseur comprises entre 3 mm et 5 mm	rien	Fe/Zn 12c(1)	Fe/Zn 25c(1)
Plaques métalliques d'épaisseur > 5 mm	rien	rien	Fe/Zn 25c(1)

(1) Si un revêtement par galvanisation à chaud est utilisé, il convient de remplacer Fe/Zn 12c par Z275 et FeZn 25c par Z350 conformément à la norme NF EN 10326
(2) Pour des conditions particulièrement corrosives, il convient d'envisager le Fe/Zn 40, un revêtement par galvanisation à chaud ou par shérardisation, ou de l'acier inoxydable

5 Isolation et étanchéité

Les changements climatiques ont poussé les pays à diminuer leur consommation d'énergie. La RT 2000, puis 2005 sont une réponse à cette exigence. Les isolants et les matériaux d'étanchéité deviennent de plus en plus performant. Par ailleurs, de nombreux isolants respectueux de l'environnement apparaissent, d'autres permettent de concevoir une paroi perméable pour un meilleur confort de vie. Enfin, les matériaux de jointement assurent une étanchéité totale des points sensibles de la maison à ossature bois, comme les menuiseries extérieures.

© SAINT-GOBAIN ISOVER

Fig. 5,1
L'isolation thermique est un élément essentiel car la réglementation thermique est de plus en plus exigeante.

Matériaux d'isolation

L'isolation est l'ensemble des matériaux de remplissage de structure en bois, en mur, en plancher ou en toiture, mais qui ne participent pas à la stabilité de l'ouvrage. Ces matériaux permettent de satisfaire simultanément aux exigences thermique et acoustique. En fonction de leur nature, certains matériaux de remplissage peuvent participer à la protection contre le feu des structures en bois.

Nous distinguons quatre grandes familles de matériaux : les isolants fibreux minéraux, les matériaux à base végétale, les produits plastiques alvéolaires et les autres matériaux isolants (les blocs de béton cellulaire, allégés ou de terre cuite alvéolaire, films minces dits « réfléchissants »...).

Isolants fibreux minéraux

Ces matériaux sont constitués d'un réseau serré de fibres de verre, ou de roches, disposées en un matelas (ou feutre) dont la cohésion est assurée par une très faible quantité de liant organique thermodurcissable. En faisant varier la densité d'ensemble du produit, on peut obtenir des caractéristiques mécaniques adaptées à l'usage souhaité.

Les isolants fibreux minéraux sont définis dans la norme NF B 20-001. Les isolants fibreux minéraux se regroupent en deux grandes familles :

- les laines de roche volcanique ou de laitier,
- les laines de verre.

Par leur composition même (verre ou roche), les isolants fibreux minéraux ont des caractéristiques intéressantes pour la construction, à savoir :
- l'incombustibilité quasi totale. Le pouvoir calorifique supérieur (< 600 kcal/kg) permet de classer la plupart des produits en catégorie Mo ;
- l'inertie chimique vis-à-vis des agents extérieurs comme l'eau, l'air, les bases et les acides courants ;
- la stabilité dans le temps et durabilité ;
- les inattaquables par les rongeurs, champignons, etc. ;
- les propriétés acoustiques intéressantes du fait de leur élasticité.

Outre les fibres de verre et roche déjà citées, il existe des produits minéraux tels que :
- les panneaux à base de mica exfolié de perlite (Perlite et vermiculite) ;
- le verre cellulaire.

Ces produits peuvent être livrés en vrac (pour remplir des lames d'air accessibles en tête ou être répandus en matelas sur le sol des combles perdus), mais, dans ce cas, ils doivent faire l'objet d'avis techniques.

5,2

© ISOROY

Matériaux à base végétale

Parmi les produits à base végétale, le bois massif est le premier matériau d'isolation connu, puis :
- le liège expansé,
- les fibres de bois ou de cellulose,
- les fibres végétales : chanvre, etc.
- les panneaux de fibragglos (laine de bois).

Produits plastiques alvéolaires

Les matériaux plastiques alvéolaires sont des mousses à base de produits hydrocarbonés dont les principales sont :
- les polystyrènes expansés
- les mousses rigides de polyuréthanne
- les mousses formo-phénoliques
- les mousses urée-formol.

Depuis quelques années, on a vu apparaître des résines moussantes (polyuréthanne, urée-formol) dont l'application et l'expansion se font sur le chantier. On notera que le DTU 51.3 « Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois » interdit l'emploi de résines moussantes pour assurer l'isolation thermique entre solives.

Fig. 5,2
Les fibres de bois permettent d'obtenir de nombreux types de panneaux isolants.

Autres matériaux isolants

Il existe une très grande variété de produits ayant des caractéristiques isolantes et pouvant être utilisés dans la construction bois, notamment en doublage intérieur ou extérieur des parois :
- les blocs de béton cellulaire,
- les blocs de terre cuite alvéolaire et bétons allégés,
- les films minces dits « réfléchissants ».

Caractéristiques thermiques

Les matériaux isolants sont qualifiés par leurs caractéristiques thermiques :
- la conductivité thermique λ en W/m.°K
- la résistance thermique R en m^2.°K/W
- le niveau ACERMI

La résistance thermique est le rapport de l'épaisseur e (en m) du matériau à la conductibilité thermique λ.

Masses volumiques ρ, Conductivités thermiques moyennes λ et niveaux de caractéristiques ACERMI (tab.5,1)

MATÉRIAUX	RÉRÉRENTIELS TECHNIQUES	ρ	λ	ACERMI				
		KG/M³	W/M.K	I	S	O	L	E
Laine de roche	NF EN 13162	18 140	0,047 0,032	1-3	4	1-2	1-2	1-5
Laine de verre	NF EN 13162	7 65	0,056 0,030	1	4	1-2	1-2	1-5
Perlite et Vermiculite	NF EN 13169	500 700	0,190 0,310					
Verre cellulaire	NF EN 13167	100 180	0,035 0,055	5	2	3	4	3-5
Bois : résineux massif feuillus massifs	NF EN 14081	480 660	0,150 0,180					
panneaux particules	NF EN 13986	700	0,170					
Liège expansé	NF EN 13170	75 175	0,035 0,050	2-3	1-2	1-3	2-3	1-3
Fibres de bois	NF EN 13171	100 300	0,035 0,055	1-3	1-4	1-3	2-4	2-3
Fibres de Cellulose	AT ou ATE	20 100	0,043 0,035	1-3	1-4	1-3	2-4	2-3
Fibres végétales	AT ou ATE	20 80	0,040 0,037					
Polystyrène expansé	NF EN 13163	10 30	0,055 0,032	1-5	1-4	1-3	2-4	1-3
Polystyrène extrudé	NF EN 13164	25 45	0,037 0,027	3-5	1-2	2-3	4	2-4
Mousse de polyuréthanne et Phénolique	NF EN 13165 NF EN 13166	25 45	0,035 0,023	1-4	1-2	2-3	4	1-4
Béton cellulaire	NF EN 771-4	300 900	0,080 0,210					
Bloc de terres cuites alvéolaires	NF EN 771-1	400 2000	0,100 0,800					
Films minces réfléchissants	AT ou ATE (selon données fabricant)							
Laine de bois (fibragglos)	NF EN 13168	500 300	0,15 0,11					

La résistance thermique caractérise la performance thermique d'un matériau. Le coefficient λ caractérise le matériau (plus cette valeur est faible, plus le matériau est isolant), alors que la résistance thermique R caractérise le produit (plus le chiffre indiqué est élevé, plus le produit s'oppose efficacement au transfert de la chaleur). Les valeurs de λ et R sont définies par les règles Th-Bât, par le certificat délivré par l'ACERMI, ou par l'avis technique du produit (matériaux en vrac). Le certificat ACERMI délivre des niveaux de caractéristiques aux matériaux isolants, correspondant à 5 lettres : I, S, O, L et E, qui se décomposent ainsi :

- I : Propriétés mécaniques en compression, I1 à I5 du plus tendre au plus dur
- S : Comportement aux mouvements différentiels, S1 à S4 du plus souple au plus stable
- O : Comportement à l'eau, O1 à O3 du moins imperméable au plus imputrescible
- L : Propriétés mécaniques utiles en cohésion et flexion, L1 à L4 du moins résistant au plus résistant
- E : Comportement aux transferts de vapeur d'eau, E1 à E5 du plus perméable au plus étanche.

Le tableau suivant indique, pour les matériaux isolants les plus courants, leurs masses volumiques ρ, leurs conductivités thermiques moyennes λ, et leurs niveaux de caractéristiques ACERMI.

Avec ces éléments, il est possible de qualifier les propriétés thermiques d'une paroi et donc d'une construction, selon les indications de la réglementation thermique : RT 2005.

Afin d'obtenir un niveau de performance thermique suffisant, et une protection incendie conforme aux règles BF 88, des niveaux minimums de caractéristiques thermiques et de masses volumiques sont imposés en fonction de la nature du matériau isolant pour un usage dans les batiments à ossature bois :

Niveaux minimums de caractéristiques thermiques et de masses volumiques (tab.5,2)

MATÉRIAUX	ρ (KG/M³)	ACERMI
Isolants fibreux minéraux :		
Feutre souple, revêtus ou non :		**I1 S4 O1 L1 E1**
Laine de verre	**12**	
Laine de roche	**20**	
Panneaux semi-rigides, revêtus ou non :		**I1 S4 O1 L2 E1**
Laine de verre	**15**	
Laine de roche	**28**	
Panneaux rigides, revêtus ou non :		**I1 S4 O2 L2 E1**
Laine de roche	**140**	
Matériaux organiques isolants :		
Polystyrène expansé		**I1 S1 O2 L2 E1**
Mousse de polyuréthanne		
Autres matériaux isolants : Selon Avis Technique		

Caractéristiques acoustiques

Les niveaux de performances acoustiques sont donnés pour des complexes de parois, intégrant ossature support, isolation, revêtements intérieurs et extérieurs, et non pour un composant seul.
La réglementation acoustique : la NRA, indique les différentes techniques et compositions de parois utilisables.

Conditionnement

Le tableau (ci-dessous) indique pour les principaux matériaux isolants les conditionnements utilisés.

Système certification qualité

Le certificat ACERMI attestant les niveaux de caractéristiques thermiques du matériau isolant (ISOLE).

Matériaux de jointement

Ces matériaux et éléments permettent d'assurer une parfaite étanchéité à l'air et à l'eau des constructions bois, au droit des liaisons entre les composants de la construction :

- joints entre panneaux d'ossature ;
- joints entre ouvrant et vitrage de menuiserie ;
- joints entre ouvrant et dormant de menuiserie ;
- calfeutrement entre menuiserie et ossature ;
- joints de dilatation pour bâtiments ;
- joints de sols ;
- barrière d'étanchéité.

L'étanchéité à l'eau permet de garantir la salubrité et la durabilité d'une construction à ossature bois.
L'étanchéité à l'air consiste à rendre l'habitation étanche au flux d'air afin de limiter au minimum les pertes d'énergie et les gênes occasionnées. Cette fonction est à examiner tant en partie courante qu'aux joints et liaisons entre murs, planchers, toitures.

Caractéristiques et dimensionnement

Les matériaux de jointement doivent être compatibles avec l'essence du bois, sa finition et le produit de préservation éventuelle. Il faut également vérifier la com-

Conditionnements utilisés pour les principaux matériaux isolants (tab.5,3)

MATÉRIAUX	PANNEAUX	ROULEAUX	EN VRAC
Laine de roche	X	X	X
Laine de verre	X	X	X
Perlite et Vermiculite	X		X
Liège expansé	X		
Fibres de bois	X		X
Fibres de Cellulose	X		X
Fibres végétales	X		X
Polystyrène expansé	X		
Polystyrène extrudé	X		
Mousse de polyuréthanne et Phénolique	X		
Films minces réfléchissants		X	

patibilité entre les matériaux de calfeutrement et leurs primaires éventuels avec le support : adhésivité, cohésion, dimension minimale du joint.
Un matériau de jointement de bonne qualité ne doit pas durcir au point de diminuer ou d'empêcher les libres mouvements prévisibles des composants des parois, ne doit pas couler dans des conditions normales d'emploi et doit conserver dans le temps leurs qualités minimales d'étanchéité et assurer ainsi la protection hydrofuge des faces du joint.
Les produits permettant d'obtenir une étanchéité à l'air et à l'eau sont les mastics pâteux, les cordons préformés, produits cellulaires, les profilés et les barrières d'étanchéité.

Mastics pâteux applicables à froid ou à chaud

Les mastics élastomères (applicable à froid) en service ont sous l'action des déformations, un comportement qui se rapproche de celui des corps élastiques : conservation des contraintes lorsque le mastic est maintenu déformé. Ils sont utilisés pour les joints de façade et pour la miroiterie. Les mastics

5,3
© Guy Lot

5,4
© CNDB

Fig. 5,3
Ce cordon de mastic renforce l'étanchéité entre la lisse basse et la traverse basse et entre les deux montants des panneaux.

Fig. 5,4
Ces mousses sont utilisées pour assurer l'étanchéité entre les menuiseries et la baie du mur.

plastiques (applicable à chaud) ont un comportement les rapprochant des corps purement plastiques avec déformation rémanente et dissipation des contraintes. On trouve ce type de mastic pour les joints de façade.

Cordons préformés

Ce sont des mastics plastiques qui se présentent sous la forme de cordons plus ou moins épais conditionnés en rouleaux avec un papier siliconé intercalaire.
Pour être efficace, ils nécessitent une compression maintenue pendant toute la durée de leur vie.

Produits cellulaires

Il s'agit de mousses à cellules ouvertes ou fermées, imprégnées ou non. Elles peuvent comporter une ou deux faces adhésives. Ces mousses sont utilisées en préfabrication légère, bardage, calfeutrement entre ossature et menuiserie, entre ouvrant et dormant, etc.

Profilés

Les profilés élastomères extrudés sont des joints profilés compacts et homogènes utilisés dans les façades et pour le montage de vitrages d'épaisseur importante dans une rainure drainée. On rencontre des profilés en matières plastiques ou en métal sous différents aspects :

- en bandes pliées, généralement métalliques, pour le calfeutrement des menuiseries,
- avec des sections formant des lèvres, ces profilés généralement en PVC sont à coller, à encastrer ou à fixer par vis ou par clous,
- en bande d'arrêt à l'eau,
- dans les joints de dallage, chape et carrelage, ils sont en PVC rigide, acier galvanisé et laiton, etc.

Barrière d'étanchéité

On utilise des chapes de bitume type 40, conforme à la norme NF P 84-303, des feutres bitumés imprégnés surfacés conformes aux normes NF P 84-302 et 84-307 ou des films polyéthylènes d'épaisseur > 200 µm.

5,5

© CNDB

Fig. 5,5
Cette barrière d'étanchéité est indispensable sous la lisse basse.

Films pare-pluie

Le film pare-pluie a pour fonctions de protéger les parois extérieures des structures en bois (murs et toitures) des éventuelles pénétrations d'eau, de renforcer l'étanchéité à l'air de la construction, et de protéger provisoirement les parois en attente de la pose du revêtement extérieur (bardage ou couverture). Ce film doit être étanche à l'eau mais perméable à la vapeur d'eau.

5,6

© Doerken France SAS

Fig. 5,6
Le film pare-pluie doit avoir une perméance > 0.5 g/m².h.mmHg et être résistant à la déchirure.

Caractéristiques et dimensionnement

Le film pare-pluie doit avoir une perméance > 0,5 g/m².h.mmHg et être résistant à la déchirure. Les matériaux disponibles sont :

- les feutres bitumés imprégnés définis par les normes NF P 84-302 et 84-307,
- les panneaux de fibres tendres bituminés,
- les films polyéthylènes ou polyesters non tissés enduits de bitume ou non.

Pour les parois verticales, le pare-pluie est obligatoire lorsque l'isolant est directement accessible derrière le revêtement extérieur. Il est posé avec recouvrement minimum de 5 cm aux joints horizontaux, et 10 cm aux joints verticaux. Le pare-pluie est fixé soit par pointes ou agrafes, soit par des tasseaux eux-mêmes fixés dans les montants de l'ossature.

Pour les parois inclinées, les DTU de la série 40 (couverture) décrivent la mise en place éventuelle d'un écran de sous-toiture, souple ou rigide, situé entre le comble et la face interne des éléments de couverture.

Le film pare-pluie peut remplir cette fonction d'écran souple de sous-toiture, en se fixant sur un support discontinu (chevrons, fermettes) ou continu (panneau, volige), mais cette utilisation relève d'un avis technique. Attention, tous les écrans de sous-toiture ne sont pas des films pare-pluies.

Films pare-vapeur

Un pare-vapeur est un matériau imperméable en plaque ou en film mis en œuvre sur la face chaude de la paroi (verticale, horizontale ou inclinée). Sa fonction est de limiter la transmission de vapeur d'eau à travers la paroi, pour éviter la formation du point de rosée à l'intérieur de l'isolant. Ce film doit être étanche à l'eau et à la vapeur d'eau. Il peut contribuer à assurer l'étanchéité à l'air de l'ouvrage.

© SAINT-GOBAIN ISOVER

Fig. 5,7
Les films pare-vapeur sont en polyéthylènes ou en polypropylènes de 100 µm d'épaisseur au minimum. Ce frein vapeur à une membrane hygro-régulante. Sa perméance s'adapte au taux d'humidité de l'air.

Caractéristiques et dimensionnement

Le film pare-vapeur doit avoir une perméance $<$ 0,005 g/m².h.mmHg. Il est disponible sous la forme de films polyéthylènes conformes d'épaisseur $>$ 100 µm ou de films polypropylènes d'épaisseur $>$ 100 µm.

Le pare-vapeur est toujours placé du coté intérieur du local chauffé mais n'est pas nécessaire entre 2 logements chauffés en permanence. Attention, les matériaux adhérents aux isolants fibreux (papiers, etc.) ne sont pas considérés comme pare-vapeur. La continuité du pare-vapeur peut être obtenue par recouvrement de 0,05 m des joints ou collage de ceux-ci. Le pare-vapeur est fixé par agrafage ou clouage sur la structure.
Évitez les percements ou orifices (gaines électriques, fluides, etc.) qui réduisent considérablement l'efficacité du film.

Marquage CE

Les matériaux d'isolation et d'étanchéité
Les matériaux d'isolation nécessitent un système d'attestation de conformité de niveau 1 à 4, selon les exigences des normes européennes harmonisées correspondantes, qui se répartissent ainsi en fonction de leur réaction au feu.

Les matériaux d'isolation et d'étanchéité (tab.5,4)

PRODUITS	RÉACTION AU FEU	SYSTÈME D'ATTESTATION
Usage structurel		
Isolants avec étape de production améliorant la réaction au feu	A, B, C	1
Isolants sans étape de production améliorant la réaction au feu	A, B, C	3
Isolants dont la réaction au feu ne requiert pas d'essai	A	4
Autres isolants	D, E, F	4
Autres isolants sans réaction au feu		3

Les niveaux d'attestation de conformité pour les matériaux de jointement, les films pare-pluie et pare-vapeur seront définis lors de la publication de la norme européenne harmonisée ou des guides d'Agrément technique européen correspondant.

6 Finition et préservation

La finition et la préservation sont deux traitements distincts. Un produit de finition ne pénètre pas dans le bois. Il ne peut donc pas être efficace contre les insectes et champignons lignivores.

Trois types de produits de finition sont disponibles : les lasures, vernis et peintures. Les peintures masquent le veinage du bois mais sont les plus durables. Généralement, les produits de préservation sont mis en œuvre par des entreprises professionnelles car les contraintes environnementales sont élevées pour éviter tous risques de pollution.

Fig. 6,1
Parmi les systèmes de finition, les peintures apportent la plus longue durée de tenue du feuil.

Finitions extérieures et intérieures

Une lasure est un produit liquide formant un film transparent ou semi-transparent, pour la décoration et la protection du bois contre les intempéries. Les lasures sont des produits de finitions transparents qui laissent l'aspect du bois et sa structure visibles, elles se dégradent par érosion (farinage) sous l'action de l'eau et des UV. La rénovation s'effectue (à temps) par brossage à la brosse nylon, époussetage, et application d'une couche de rénovation. Certains de ces produits peuvent contenir un ou des biocides qui protègent le film, et/ou est l'interface avec le bois contre les attaques des champignons de bleuissement, ou les moisissures et les insectes.
Le terme de lasure opaque est utilisé pour un produit de finition qui laisse la structure du bois visible, mais qui masque le veinage.

Une peinture est un produit liquide ou en pâte qui, appliqué sur un subjectile, forme un feuil de protections et de décorations. Une peinture est en général un produit opaque qui se dégrade par craquelage et écaillage. Sa durée de tenue est plus longue que celle des lasures, mais sa rénovation exige des travaux supplémentaires : Ponçage, brossage de toutes les parties non adhérentes, époussetage, application d'une couche d'égalisation puis de une ou deux couches de finition. Les produits de peinture et les systè-

6,1
© Jotun

mes de peinture pour le bois en extérieur sont classés, selon la norme NF EN 927-1, d'après :
- l'usage, dans des catégories relatives à la stabilité du subjectile pour lequel ils conviennent,
- l'aspect du film (épaisseur, pouvoir masquant, brillance),
- les conditions d'exposition (clément, moyen, sévère).

Un vernis est un produit de finition qui, appliqué sur un subjectile, forme un feuil transparent de protections et de décorations. L'évolution et l'entretien d'un vernis sont proches de ceux d'une peinture, mais sa durée de tenue est généralement plus courte. Le terme vitrificateur est parfois utilisé en parquet.

Les produits de finition à base d'huiles naturelles ou d'huiles modifiées uréthane ou acrylique sont employées pour le traitement initial et l'entretien des parquets. Ce sont des produits transparents plus ou moins teintés, d'aspect mat ou satiné ou brillant. Leur rénovation s'effectue par nettoyage, rinçage et application d'une couche supplémentaire.

Les encaustiques à base de cire naturelle sont utilisées pour le traitement et ou l'entretien des parquets. Leur aspect et leur entretien sont semblables à celles des huiles, qui sont cependant de fréquence d'entretien plus élevée.

Système certification qualité

La certification individuelle du CTBA « Lasure à usage extérieur » précise la protection hydrofuge et la protection contre les intempéries.

La certification individuelle du CTBA « Lasure à fonction biocide » précise la fonction complémentaire anti-bleu et la fonction insecticide.

Produits de préservation

(Cf. chapitre 16 page 216)

Un produit de préservation du bois est un produit appliqué à la surface du bois ou introduit dans le bois, de façon à augmenter les caractéristiques de durabilité naturelle du matériau bois. Il contient trois types d'éléments :
- des matières actives pour conférer l'efficacité biologique,
- un véhicule ou solvant, pour transporter les matières actives à l'intérieur du bois,
- des principes de fixation, pour assurer le maintien de la protection pendant toute la durée de service de l'ouvrage.

Fig. 6,2
Les produits de préservation sont introduits dans le bois pour augmenter la durabilité du bois.

Pour être efficace par rapport à un ou plusieurs des agents biologiques destructeurs du bois (capricornes, lyctus, vrillettes, termites, champignons...), un produit de préservation doit pénétrer un volume précis de bois, en quantité adéquate afin qu'il y reste en quantité suffisante, pour la durée de service de l'ouvrage et sans effets secondaires nocifs pour l'homme et l'environnement. Ce résultat sera obtenu en associant aux caractéristiques intrinsèques d'un produit de préservation, une essence, et un procédé de traitement choisis pour atteindre ses performances.

Produits de présentation utilisables par classe d'emploi (tab.6,1)

TYPE DE PRODUIT	CLASSES D'EMPLOI				
	1	2	3	4	5
Sels métalliques non fixant	OUI	NON	NON	NON	NON
Sels métalliques fixant	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Produits organiques	OUI	OUI	OUI	NON	NON
Emulsions	OUI	OUI	Selon procédé	NON	NON
Produits mixtes	OUI	OUI	OUI	OUI	Pas d'info
Créosote (restriction d'emploi)	NON	NON	Au cas par cas	OUI	NON

Classes d'emploi accessibles par type de produits

Six types de produits sont disponibles :

- Sels métalliques non fixant : sels mono-composant (fluor, bore ou cuivre) utilisé dans l'eau
- Sels métalliques fixant : sels métalliques complexes comprenant du chrome pour fixer les métaux actifs
- Produits organiques : contiennent des solvants pétroliers
- Émulsions : utilisent l'eau comme véhicule associée à des substances de synthèse non hydrosolubles
- Produits mixtes : associent des composés métalliques (cuivre, bore) à des molécules de synthèse
- Créosote : composée de substances actives issues de distillation de la houille.

Pour qu'un produit puisse être utilisé dans une classe d'emploi donnée, il faut qu'il ait satisfait aux tests biologiques d'efficacité. Le tableau suivant résume les cas de figure possibles par familles de produits, étant entendu que cette faisabilité va également être conditionnée par l'essence de bois et le procédé de traitement.

Système certification qualité

La certification concerne les produits de traitement (CTB P+), les bois traités (CTB B+) et les applicateurs de traitements curatifs et préventifs sur les bois en œuvre (CTB A+).

Le label CTB P+ certifie les caractéristiques des produits de traitements des bois et le label CTB B+ certifie les caractéristiques des bois traités suivant l'efficacité des produits et la sûreté du produit, de son application et du bois traité en service vis-à-vis de l'environnement et de la santé.

Ces deux certifications couvrent d'une part l'efficacité de la protection conférée au bois, et, d'autre part, les aspects liés à la santé (hygiène, sécurité, environnement).

Le label CTB A+ concerne les applicateurs de traitements curatifs et préventifs sur les bois en œuvre. Il certifie les caractéristiques suivantes :

- l'efficacité des traitements effectués,
- la qualification professionnelle et déontologie des entreprises,
- la garantie de résultat couvrant l'usager en cas de nouvelle infestation,
- l'adaptation des traitements curatifs effectués à la nature et à l'importance des dégâts.

© Atlanbois

7. Type de constructions et principes de base
Types de constructions 96
Principes de base 98

8. Ouvrages de fondation, lisse basse d'assise et dalle en bois
Ouvrage de fondation 102
Lisse basse d'assise 108
Dalle bois 110

9. Parois verticales et plancher d'étage
Parois verticales 126
Plancher d'étage 138

10. Toitures et couvertures
Réalisation des toitures 142
Couverture 151

11. Menuiseries et parements extérieurs
Menuiseries extérieures 154
Parements extérieurs 159

12. Revêtements intérieurs
Revêtements de sol 178
Revêtement mural et plafond 180

13. Étanchéité à l'air du bâtiment
Parties du bâtiment sensibles 185
Exemples de solutions 186

14. Finition du bois
L'entretien et la rénovation 202

Conception et mise en œuvre des maisons à ossatures bois de type plate-forme

Après avoir décrit différents modes de construction et des principes de base, cette partie propose des exemples de mise en œuvre des fondations jusqu'à la toiture. La fin de ce chapitre précise de nombreux détails de construction pour obtenir une étanchéité homogène du bâtiment. Ces exemples fournissent un certain nombre d'indications permettant au concepteur de respecter les exigences de durabilité et d'habitabilité. Il ne faut pas prendre à la lettre les solutions présentées, mais s'attacher à leur esprit. Chaque concepteur a la possibilité d'utiliser une solution qui lui est propre lorsque cette celle-ci répond aux contraintes physiques et mécaniques de la construction.

7 Type de constructions et principes de base

Le mode de mise en œuvre dépend notamment de l'équipement de l'entreprise. La construction sur site est particulièrement adaptée à la très petite entreprise, la construction par petits panneaux permet de transférer une partie du travail dans l'atelier et nécessite de faibles moyens de transport, mais elle est très peu pratiquée au profit de la construction par grands panneaux qui est mieux adaptée à une industrialisation. La construction par module tridimensionnel apporte une industrialisation optimum, mais est fortement pénalisée par le coût du transport.
Actuellement, la construction sur site et la construction par grands panneaux sont les principales méthodes employées.

7,1
© CNDB

Fig. 7,1
La méthode « Maison bois outils concept » est un procédé de construction sur site.

Types de constructions

Construction sur site

Cette méthode est essentiellement utilisée en Amérique du Nord. 70 à 80 % des chantiers sont réalisés avec ce procédé. En France, le Comité national du développement du bois (CNDB) a développé une méthode de travail, « Maison bois outils concept », qui repose sur ce principe.
Un dossier d'exécution est élaboré sur la base du projet du client. Puis le chantier est approvisionné avec les matériaux. Ils comprennent les montants et les traverses des ossatures, secs et calibrés, parfois coupés en longueur pour les dimensions courantes, les éventuelles poutres composites ou en lamellé-collé et les organes d'assemblages (pointes, boulons, chevilles, sabots, étriers…). Les panneaux d'ossatures sont alors fabriqués au sol en grande dimension (5 à 10 m, voire plus) puis levés manuellement et assemblés à la structure en place. Ensuite, on pose les parements extérieurs puis intérieurs, après l'isolation et la pose des réseaux d'électricité et de fluides.

Points forts de cette méthode

- Avec des investissements faibles, cette solution est parfaitement adaptée aux entreprises artisanales.
- Très souple, compétitive pour les constructions avec une grande complexité architecturale.
- Adaptée aux chantiers difficiles d'accès.

Contraintes de cette méthode

- Nécessité de disposer d'une main d'œuvre hautement qualifiée.

• Travail en extérieur et donc soumis aux intempéries avec un coût horaire de main d'œuvre et un nombre d'heures plus élevé qu'en atelier.
• Contrôle de qualité plus difficile à réaliser sur chantier qu'en atelier.

Construction par petits panneaux

Cette méthode consiste à réaliser en atelier les panneaux d'ossature à des niveaux de finition adaptés aux capacités de production et aux composants utilisés. Au minimum, les montants et les traverses sont assemblés de façon à former les cadres des ossatures. Le plus souvent, les panneaux de contreventement sont également posés en atelier, puis, en fonction du degré d'industrialisation, les précadres des ouvertures, les menuiseries et les fermetures peuvent être intégrés. Les revêtements intérieurs et extérieurs et l'isolation peuvent également être posés. Les panneaux ont des dimensions maximales d'environ 2,40 x 2,50 m pour rester manuportables. Ils sont assemblés entre eux sur chantier par clous, vis ou boulons puis solidarisés par une lisse haute.

Points forts de cette méthode

• Avec des investissements relativement faibles, cette solution est adaptée aux PME.
• Certaines tâches sont réalisées à l'atelier.
• Possibilité de se passer d'engins de manutention.
• Possibilité de réaliser des chantiers avec accès difficiles.

Contraintes de cette méthode

• Discontinuité thermique liée à l'assemblage de nombreux panneaux.
• Doublement des montants à chaque raccord de panneaux d'ossature.

Ce procédé est actuellement remplacé par la construction par grand panneau, car elle permet d'obtenir une isolation équivalente sur toute la longueur du panneau.

Construction par grands panneaux

Cette méthode est la plus couramment utilisée dans les entreprises dont la production est suffisamment importante. Elle est identique à celle par petits panneaux mais avec une longueur de 5 à 12 m. Seul l'encombrement du transport routier limite leur dimension puisque leur poids reste faible (500 kg à 1 tonne). Leur manutention nécessite un engin de levage, soit indépendant, soit associé au camion de transport.

© Leduc SA

Fig. 7,2
La construction par grands panneaux est le procédé le plus utilisé en France.

Points forts de cette méthode

• Temps d'interventions courts sur le chantier.
• Transfert de la majorité du travail à l'atelier, notamment lorsque les revêtements et menuiseries extérieurs y sont posés.
• Automatisation de la construction lors de la fabrication des panneaux sur table de montage.
• Contrôle de qualité facilité.

Contraintes de cette méthode

- Investissements plus importants que pour les procédés de construction précédemment décrits.
- Engins de manutention obligatoires.
- Nécessité de chantier avec accès faciles.

Parfois les entrepreneurs exécutent également la mise en place de l'isolant, voire du parement intérieur. Dans ce cas, il faut bien étudier les problèmes de liaison entre panneaux, avec la dalle et les planchers et l'intégration des fluides puisque les panneaux sont fermés des deux côtés, extérieur et intérieur.

Construction en modules tridimensionnels

Cette technique est peu répandue en France. Elle consiste à réaliser la construction en plusieurs modules tridimensionnels avec toutes les finitions exécutées en atelier, y compris les revêtements de sol, les peintures et papiers peints. Ces modules ont une dimension d'environ 2,5 m à 3 m en hauteur et leur largeur et leur longueur varie de 8 à 12 m, voire 15 m. Cette technique est principalement utilisée pour la construction d'habitations légères de loisirs, qui correspondent à des bâtiments de petites dimensions.

Points forts de cette méthode

- Temps d'interventions réduits au minimum sur le chantier.
- Transfert de la quasi-totalité du travail à l'atelier.
- Industrialisation très poussée de la construction.
- Contrôle de qualité totale.

Contraintes de cette méthode

- Engin de levage assez puissant nécessaire.
- Transport pouvant poser des problèmes de gabarit sur routes et d'accès au chantier.
- Technique adaptée seulement à une architecture simple, standard et relativement répétitive.
- Outils de production et manutention relativement importants.

Ce type de construction nécessite un marché régulier, un outil de production important et les coûts de transport sont élevés. La compétitivité du système n'est donc pas évidente.

Principes de base

Tout bâtiment à ossature bois doit répondre aux réglementations définies par le code de la Construction, qui se décompose selon les exigences essentielles suivantes :

- stabilité des structures sous sollicitations normales (poids propres des matériaux, surcharges d'exploitations, surcharges climatiques) et exceptionnelles (incendie, séisme)
- étanchéité à l'eau et à l'air
- isolation thermique d'hiver et d'été
- durabilité et pérennité des parements extérieurs
- sécurité des utilisateurs.

DTU

Concernant les exigences ne pouvant être validées par la détermination de niveaux de performances (étanchéité, durabilité…), les DTU définissent des techniques de construction reconnues et avérées satisfaisantes. Ces techniques sont dites « traditionnelles ». Lorsque qu'une technique constructive ne correspond pas à un DTU, il est alors nécessaire de définir des règles adaptées et personnalisées (règles professionnelles, Avis technique, Agrément technique européen).

Les DTU définissent les règles de conception et de mise en œuvre. Les dimensionnements des différents composants se font à l'aide de règles de calculs.

Dans le cadre de bâtiments à ossature bois, le DTU 31.2 définit quels sont les matériaux utilisables, les principes de conception, de fabrication et de mise en œuvre des panneaux d'ossature.

Principaux DTU spécifiques à la construction bois

- NF P 21-204 : DTU 31.2 – Travaux de bâtiment – Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois
- NF P 21-203 : DTU 31.1 – Travaux de bâtiment – Charpente et escaliers en bois
- NF P 21-205 : DTU 31.3 – Travaux de bâtiment – Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets
- NF P 63-203 : DTU 51.3 – Travaux de bâtiment – Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois
- NF P 65-210 : DTU 41.2 – Travaux de bâtiment – Revêtements extérieurs en bois
- NF P 84-207 : DTU 43.4 – Travaux de bâtiment – Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtement d'étanchéité
- NF P 23-201 : DTU 36.1 – Travaux de bâtiment – Menuiseries en bois

Principales règles de calculs spécifiques à la construction bois

- NF EN 1995 (NF P 21-711) : EC 5 - Eurocode 5 : Calcul des structures en bois (en remplacement des CB71)
- NF P 92-703 : Règles BF 88 - Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois

Étanchéité à l'eau

L'eau ou l'humidité doit s'évacuer rapidement lorsqu'elle risque de pénétrer dans le bois.

La durée de vie d'une pièce en bois peut dépasser dix siècles. Cette durée peut être réduite à quelques années si les insectes ou champignons lignivores attaquent le bois. En sélectionnant une essence naturellement durable ou avec une durabilité conférée par un traitement de préservation, le bois sera protégé des insectes et des champignons. Protéger une pièce de bois contre les champignons et les insectes lignivores étant onéreux et difficile, il est nettement préférable d'éliminer ce risque en permettant au bois de sécher entre deux périodes d'humidification, car sous nos climats, les champignons se développent dans un bois dont l'humidité est supérieure à 20 % pendant une longue période. À chaque fois qu'il y a un risque d'humidification, éléments exposés aux intempéries, migrations de vapeur d'eau dans la paroi, cuisine et salle de bains..., le constructeur doit intégrer dans sa conception des dispositifs permettant d'évacuer et limiter cette humidité.

Étudier la géométrie des éléments exposés à l'extérieur et des assemblages de telle sorte que l'eau soit systématiquement évacuée. Une mortaise débouchant est préférable à une mortaise borgne. Une surface inclinée est plus favorable à l'écoulement de l'eau qu'une surface horizontale. Une feuillure drainée est meilleure qu'une feuillure fermée. L'espace entre chaque lame d'une terrasse prévient toute stagnation de l'eau. Elle sera rapidement évacuée de la dalle.

© Bernard Legrand

Fig. 7,3
L'eau ne reste pas sur la terrasse, elle est rapidement évacuée de la dalle grâce au vide créé par ces plots.

© Leduc SA

Fig. 7,4
Ce large débord de toiture protège les murs et les menuiseries de la pluie.

Fig. 7,5
Cette lame d'air ventilée assèche la paroi en évacuant l'humidité. Remarquez les parties basses des menuiseries qui sont protégées par une bavette.

Concevoir l'architecture générale de la construction de façon à ce que les murs, les planchers et les toitures soient protégés de l'action de l'eau. Adopter de larges débords de toitures, des débords pour abriter les revêtements de murs et les menuiseries.

Protéger le bois exposé à l'extérieur (peinture, lasure, vernis) et entretenir cette protection. La fréquence de renouvellement des protections sera d'autant moins importante que le bois sera à l'abri.

Assurer la salubrité intérieure du bâtiment par un renouvellement régulier de l'air vicié chargé d'humidité.

Éviter ou limiter la condensation dans les parois. Celles-ci doivent avoir une résistance thermique suffisante, et la diffusion de vapeur doit être faible (présence d'une barrière de vapeur, d'une ventilation, etc.). Il est normal d'assister à certaines périodes à une élévation de l'humidité, mais il doit pouvoir y avoir séchage ultérieur. Une autre possibilité, concevoir une paroi complètement perméable qui permet à la vapeur d'eau d'être évacuée à l'extérieur sans être piégée dans la paroi et sans risque de condensation. Une étude poussée de la variation des pressions de vapeur dans la paroi est indispensable.

Permettre un jeu entre les éléments

Le bois et les matériaux dérivés du bois sont hygroscopiques. Toute augmentation ou diminution de leur humidité provoque des variations dimensionnelles. Une fois l'ouvrage en service, les changements de saison font varier le taux d'humidité du bois dans d'étroites limites pour les emplois intérieurs, généralement ± 2%, et dans des proportions un peu plus importantes pour les emplois extérieurs, ± 4%. Le souci principal du constructeur consistera donc à s'accommoder de ce phénomène physique par le respect de règles simples qui permettront de limiter les mouvements dimensionnels du bois.

© Finnforest France

7,6

© CNDB

Utiliser des bois ou des produits dérivés du bois à une humidité la plus proche possible de l'humidité moyenne en service, soit en moyenne, 12 % pour un emploi en intérieur et 18 % pour un emploi en extérieur.

Éviter les stockages non protégés sur chantier.

Réaliser la mise hors d'eau de l'ouvrage le plus rapidement possible

7,7

© Photothèque ISOROY

Lier les pièces en bois par des systèmes d'assemblage autorisant de légers glissements. Le DTU 31.2 n'envisage que les assemblages classiques : les systèmes cloués, agrafés, vissés, les connecteurs métalliques, etc. L'assemblage des matériaux de structure par collage peut être utilisé pour des murs de maisons individuelles ou des panneaux de façade, selon les prescriptions de la norme NF EN 14732.

Utiliser des revêtements extérieurs ou intérieurs non directement dépendants de la structure sous-jacente. Les matériaux de couverture en petits éléments (tuiles, ardoises, etc.), qui conservent une légère possibilité de jeu, sont préférables aux matériaux adhérents qui subissent les mouvements de la structure sous-jacente. De même, les moquettes tendues sur thibaude laissent moins apparaître à la longue le fantôme des joints des panneaux de plancher que les moquettes collées.

Ménager une possibilité de jeu entre les éléments associés. Il n'est pas possible d'obtenir une surface enduite (par un revêtement pastique épais par exemple) peinte ou tapissée sur des panneaux dérivés du bois sans admettre une cassure de ces revêtements à l'endroit des joints. Il est donc préférable d'accuser ces joints, de changer la nature des matériaux de revêtement, de changer les couleurs dans les zones de fractionnement ou de masquer le joint avec un matériau souple.

Fig. 7,6
Le procédé de construction à ossature bois se fait par voie sèche. Il faut veiller à limiter au maximum les apports d'humidité lors de sa mise en œuvre. Sélectionner des chapes sèches pour la pose de carrelage et plancher chauffant.

Figure 7,7
Ces assemblages permettent un léger glissement entre les pièces, contrairement aux assemblages collés.

8 Ouvrages de fondation, lisse basse d'assise et dalle en bois

Avant de réaliser un bâtiment, indépendamment du mode de construction, il faut examiner la nature du terrain, notamment le régime des eaux. Par ailleurs, les constructions à structure bois ne reposent pas directement sur le sol. Dans la majorité des cas elles sont soutenues par un ouvrage en maçonnerie ou en béton armé. Les principales techniques utilisées sont le dallage, les semelles filantes et les plots et longrines. Certaines constructions sont supportées par des pieux, des pilotis ou par des murs en bois. Ces techniques sont rares sous nos climats et elles ne relèvent pas du DTU 31.2.

Ouvrages de fondation

DTU

Principaux DTU spécifiques aux ouvrages de fondation :

- DTU 20.1 « Parois et murs en maçonnerie de petits éléments »,
- DTU 13.1 : « Fondations superficielles »,
- DTU 13.3 « Dallages – Conception, calcul et exécution ».

© Yves Benoît

Fig. 8,1
Les charges reprises par les fondations d'une maison à ossature bois, sont deux fois moins importantes que pour les maisons maçonnées.

Efforts repris par les fondations

Les actions verticales reprises par les fondations sont les charges permanentes liées au poids de la structure, les charges d'exploitation et les charges de neige. Une maison à ossature bois R+3 exercera les mêmes charges sur les fondations (5 tonnes au mètre linéaire environ) qu'une maison en maçonnerie de type R+1. Les forces horizontales résultent de la poussée des terres et de l'action du vent.

La valeur de ces charges doit être estimée avec les Eurocodes 1.

Reconnaissance des sols

La conception des fondations peut être influencée par la nature du terrain. Il faut examiner les points suivants.

Une observation locale à partir de précédents bâtiments voisins, des puits de la région, pour les ouvrages importants, une reconnaissance géotechnique en se basant sur des sondages partiels.

L'étude du régime des eaux en considérant les eaux de ruissellement (il faut déterminer l'importance, la direction et le sens notamment en cas des pluies d'orage), les eaux telluriques (le niveau de la nappe phréatique peut atteindre durant certaines périodes

© ATLANBOIS

Figure 8,2
Cette construction à ossature bois ne craint pas les variations du régime des eaux.

de l'année, une cote voisine de celle du terrain naturel), et les terrains inondables lors des crues des cours d'eau. Un drainage peut être nécessaire pour assainir le sol au voisinage des fondations, et éviter les remontées capillaires dans les maçonneries.
Attention aux sols hétérogènes. Évitez d'implanter sans étude spécifique des dallages sur des sols meubles comportant des rognons rocheux, susceptibles de constituer des points durs, des sols comportant des cavités, des sols de portances différentes pouvant entraîner des tassements différentiels (sols constitués de remblais non contrôlés ou en cours de stabilisation), des sols mous ou gonflants, etc.

Une indication de la réaction du sol déduite de l'expérience est précisée dans le tableau suivant. Il donne l'ordre de grandeur des contraintes de calcul admises en fonction de la nature du sol.

Contraintes de calcul en fonction de la nature du sol (DTU 13.12) (tab.8,1)

NATURE DU SOL	Q (MPA)
Roches peu fissurées saines, non désagrégées et de stratification favorable	0,75 à 4,5
Terrains non cohérents à bonne compacité	0,35 à 0, 75
Terrains non cohérents à compacité moyenne	0,2 à 0,4
Argiles	0,1 à 0,3

Les fondations doivent être hors gel. Si elles ne sont pas assez profondes, le gel provoquera des pressions. Elles déclencheront des tassements différentiels. Pour éviter ces désordres, il faut les placer à une profondeur suffisante.

Profondeur des fondations (tab.8,2)

T° MOYENNE EN PÉRIODE DE GEL	PROFONDEUR
T° > 0°	P > 0,50 m.
0° > T° > -5°	P > 0,60 m.
-5° > T° > -10°	P > 0,80 m.
-10° > T°	P > 1 m.

Semelles filantes

Les semelles sont très couramment utilisées dans la construction. C'est un ouvrage linéaire en béton armé. Il supporte un mur de soubassement maçonné délimitant un sous-sol ou un vide sanitaire. La largeur des semelles est généralement de 0,40 m pour les faibles charges. Le sol doit avoir une portance d'au moins 0,1 Mpa.

Les fouilles nécessaires à la réalisation de ces semelles doivent être aussi étroites que possible. Il est important d'y couler au fur et à mesure de l'avancement un béton de propreté et de protection. Lorsque

© Yves Benoît

Figure 8,3
Les fouilles doivent être étroites. Un béton de propreté protège le fond de la tranchée des éventuelles reprises d'humidité.

les semelles sont assez longues (supérieure à 10 m) et/ou avec un sol hétérogène, on place en partie basse un chaînage constitué d'une armature filante. Attention, si le sol est très hétérogène, les fondations doivent se comporter comme des poutres, leur calcul doit être effectué avec précision.

Les semelles de faible largeur (environ deux fois l'épaisseur du mur) recevant le mur dans leur axe sont réalisées en béton non armé. Les autres semelles sont réalisées en béton armé. Un mur de soubassement repose sur les semelles. Il est réalisé en béton banché ou en maçonnerie. Il doit être solidaire de la semelle pour éviter tous risques de poussée horizontale due aux remblais.

8,4 © Yves Benoît

Fig. 8,4
Sur les sols hétérogènes, la semelle est armée.

Lorsque le terrain est humide, pour éviter toute remontée capillaire préjudiciable à la construction bois, Il est possible de protéger les murs de soubassement par un mortier hydrofuge, un enduit à base de résine, de goudron, de caoutchouc, par un écran plastique structuré, par la pose d'un drain proche des fondations…

Dallage sur terre plein

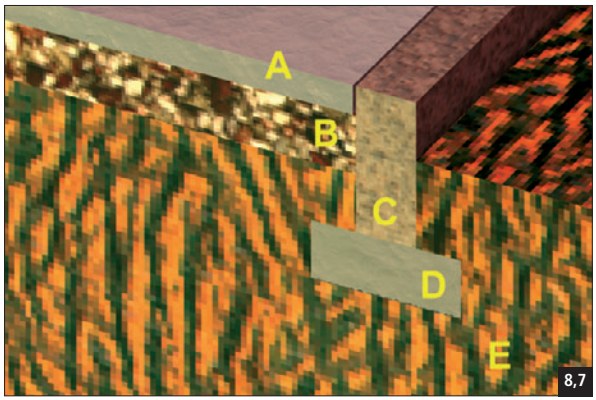
Cette technique est très répandue car elle est plus économique que la construction sur vide sanitaire. Elle provient des États-Unis et était conçue à l'origine pour les constructions légères comme l'ossature bois. Une mauvaise adaptation de cette technique aux constructions maçonnées plus lourdes que l'ossature bois, associée aux sécheresses ont provoqué de nombreux désordres. Cette technique est actuellement codifiée par le DTU 13.3. Ce mode de fondation est particulièrement intéressant pour le confort d'été, car la dalle apporte une inertie thermique importante. Cependant, il allonge les délais, transfère une partie du travail au maçon, est inadapté aux terrains en pente et humides (terrain en cuvette, niveau de la nappe phréatique élevé…) et ne permet pas les interventions ultérieures (changement de la distribution des fluides, réparation, création d'une cave…).

8,5 © Leduc SA

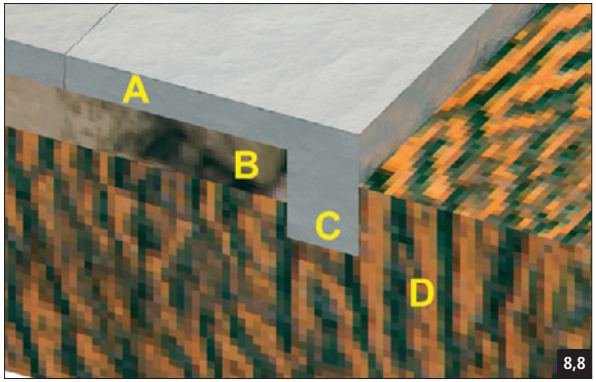
8,6 © Leduc SA

Fig. 8,5 et 8,6
Le dallage sur terre plein est très répandu, mais la dalle bois apporte plus de travail au fabricant et permet des interventions après construction.

Une dalle est composée d'une forme (ou sous couche), d'une feuille de polyéthylène anti-capillarité, d'un isolant résistant à la compression, d'une feuille de polyéthylène pour protéger l'isolant et du corps du dallage en béton armé. L'armature est composée d'un treillis soudé et de renforts au droit des murs de refend et près des murs de façade si la dalle est solidaire des longrines. Il existe deux types de dallage sur



© Yves Benoît



© Yves Benoît

terre-plein, les dalles indépendantes sur formes et sous-couches et les dalles solidaires des fondations. Les dalles indépendantes peuvent être isolées en supprimant le pont thermique. Le mur de façade doit être à l'aplomb du mur de soubassement. Le cas contraire, il faut employer une dalle solidaire des fondations. Par ailleurs, ces dalles doivent avoir une chape flottante pour obtenir une isolation satisfaisante.

Plots et longrines

Un plot est un ouvrage de maçonnerie avec une semelle carrée ou rectangulaire en béton non armé ou peu armé. Les plots s'utilisent sur des sols de bonne qualité et/ou pour des ouvrages de faible poids comme les maisons à ossature bois. En outre, les constructions peuvent être légèrement surélevées du sol. Comme les pieux et les pilotis, les plots nécessitent peu de fouilles et ils préservent la topographie naturelle du terrain.

© CNDB

Les plots sont reliés entre eux par des longrines. Ce sont des poutres qui portent les murs et servent aussi à supporter les planchers bas avec vide sanitaire ou à limiter le dallage sur les rives du bâtiment.

Les plots travaillent uniquement en compression. Ils ne sont généralement pas armés. Leur section est comprise entre 0,50 m x 0,50 m et 1,20 x 1,20 m. Ils peuvent être de section circulaire avec coffrage perdu en carton. L'espacement des plots se situe généralement entre 4 et 8 m, mais peut aller jusqu'à 12 m.

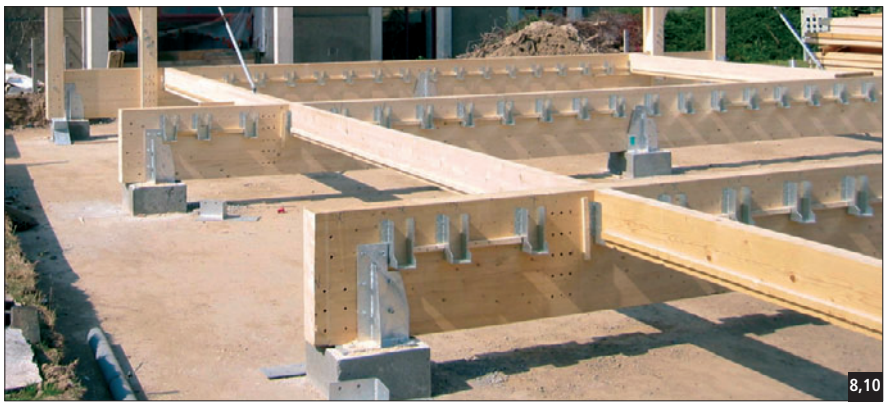
Les longrines en béton sont précontraintes. On les trouve dans les dimensions suivantes : 20 x 20 cm, 20 x 40 cm, 20 x 60 cm. Les aciers en attente des plots sont liés aux aciers des longrines par un béton de clavetage.

Les longrines en bois lamellé-collé sont généralement utilisées jusqu'à 8 m de portée. La jonction se fait par l'intermédiaire d'une ferrure métallique chevillée au plot. L'extrémité du plot est inclinée et le dessus de la poutre est protégé par une couvertine (bavette de protection) pour que la poutre ne soit pas en contact avec l'eau.

Figure 8,7
Dallage indépendant sur formes : corps du dallage (A), forme (B), soubassement (C), fondation (D), sol (E).

Figure 8,8
Dallage solidaire des fondations : corps du dallage (A), forme (B), bêche en béton armé (C), sol (D).

Figure 8,9
Les plots sont des fondations légères qui permettent de surélever les maisons à ossature bois du sol et de recevoir une dalle bois.



© Leduc SA

Fig. 8,10
Les longrines en bois sont fixées par une ferrure métallique.

Fig. 8,11
Les pilotis sont parfaitement adaptés aux terrains en pente.

Fig. 8,12
Les pilotis sont constamment humides. Lorsqu'ils sont en bois, ils doivent être traités (classe de risque 4 en eau douce).

Pieux et pilotis en bois

La majorité des ouvrages construits avant le XIX^{e} siècle étaient fondés sur des pieux en bois.

Ils sont utilisés lorsque le bon sol est profond. Leur tête est arasée en dessous du niveau du sol afin qu'ils ne pourrissent pas, car il n'y a plus d'oxygène. Ils sont reliés par des semelles.

L'usage des pilotis date de la préhistoire. Ils permettent de surélever la structure du bâtiment au-dessus du niveau du sol, nécessitent peu de fouilles et préservent la topographie naturelle du terrain. Les pilotis sont adaptés aux terrains en pente et aux zones humides ou susceptibles d'être inondées. Ils sont joints par des poutres. Des pilotis de grandes dimensions peuvent former les poteaux qui recevront murs et toitures. Cette structure est particulièrement résistante aux vents latéraux et aux séismes.

© ATLANBOIS

© ATLANBOIS

Ces types de fondation sont adaptés aux constructions poteaux-poutres, car leur trame est identique. Les pieux et les pilotis peuvent assurer le contreventement (ils sont encastrés) et reprendre les efforts verticaux par la pointe ou par frottement latéral.

Les pieux et pilotis sont constamment humides. Ils peuvent être attaqués par les champignons lignivores (classe de risque 4 voir 5 en milieu marin). Les bois utilisés sont des essences naturellement durables (chêne, robinier, azobé…) ou traités par autoclave (pin sylvestre). Leur longueur varie de 5 à 15 m, le diamètre de 25 à 50 cm et la trame est de 3 à 6 m. Des poutres en bois sont boulonnées aux pilotis et servent à réaliser la structure de la plate-forme du plancher.

Les pieux et pilotis profonds (supérieurs à 5 m) sont enfoncés au marteau hydraulique et peuvent travailler par la tête ou par frottement latéral (pieux flottants). Les pieux et pilotis peu profonds (inférieurs à 5 m) sont disposés dans un trou et renforcés par une semelle isolée ou un collier en béton pour augmenter la surface de contact du pieu avec le sol.

Ce mode de fondation n'est pas décrit dans les DTU, mais les DTU 13.1 et 13.2 « Travaux de fondations profondes pour le bâtiment » contiennent des informations générales pouvant être adaptées.

Hauteur de la dalle par rapport au sol

Les pièces de bois reposant sur les murs de fondation ne doivent pas se trouver à moins de 0,20 m au-dessus du sol extérieur ; cette distance minimale sera de 0,30 m dans le cas de plancher sur vide sanitaire, ou lorsqu'il y a risque de rejaillissement d'eau de pluie au pied des façades (dallage extérieur par exemple). Ces valeurs déterminent la hauteur minimale hors sol des ouvrages en maçonnerie. Augmentez cette hauteur dans les régions comportant un risque d'enneigement élevé, ou lorsqu'une végétation abondante est envisagée au pied du mur, de même que dans les zones pouvant comporter des risques d'inondation. La hauteur minimale de l'ouvrage en maçonnerie sera toujours calculée pour une mise hors d'eau effective de la structure en bois. Cette hauteur peut être réduite si des débords de toiture importants protègent le bas du mur.

8,13 © Canexel

Réception de la maçonnerie ou de la dalle

Elle est réalisée dans les 5 jours qui suivent le dernier coulage de béton par le maçon, le terrassier, le bâtisseur et le maître d'œuvre. Pour stocker les matériaux dans de bonnes conditions, l'ensemble des travaux de terrassement (remblaiement et compactage des terres), les canalisations (dalle et tranchée) et les accès (empierrement) doivent être terminés.

Les tolérances sont fixées par le DTU 20.1 pour les ouvrages de maçonnerie et par le DTU 13.3 pour les dallages. Certaines tolérances sont plus strictes lorsque l'ouvrage de soubassement est destiné aux constructions à ossature bois :

- +/- 10 mm en longueur et largeur
- +/- 10 mm sur 10 m en faux équerrage
- +/- 10 mm sur 10 m et +/- 2 mm sur 1 m pour les arases des murets périphériques, de la dalle et des plots
- +/- 5 mm pour la rectitude des bords en plan.

La fiche « Réception des maçonneries » est un outil permettant de ne pas oublier de points de contrôle.

Matériel de réception des maçonneries et des dalles

Le matériel pour réceptionner l'ouvrage est le suivant.

8,14 © CNDB

8,15 © CNDB

Fig. 8,13
N'hésitez pas à surélever la maison pour éviter que la lisse basse soit humidifiée.

Fig. 8,14
Niveaux : pointeur laser et mire.

Fig. 8,15
Planimétrie : règle en aluminium de 4 m.

© CNDB

Fig. 8,16
Équerrage : décamètre (mesure des diagonales).

© CNDB

Fig. 8,17
Vérification des dévers : niveau.

Fig. 8,18
Le surbot permet au maçon de respecter plus facilement les tolérances de la dalle ; il est coulé en même temps que celle-ci.

Fig. 8,19
Pour éviter le calage, les imperfections de planéité de la dalle doivent être éliminées.

Fig. 8,20
La lisse basse d'assise est disposée sur le plancher lorsqu'il est en béton.

Lisse basse d'assise

La lisse basse d'assise est généralement en résineux (épicéa, sapin, douglas, pin) avec un classement structure C18 ou C24. Elle permet de rattraper les imperfections de la dalle avec des cales de même largeur en contreplaqué conformes à NF EN 636-3 (CTB-X) ou de surélever les panneaux lorsqu'une chape est prévue. Elle n'est pas nécessaire lorsque les tolérances de planéité sont inférieures aux tolérances du DTU 31.2. Attention, la lisse basse surélève les seuils des portes et portes-fenêtres.

© Leduc SA

© CNDB

© Cruard

La lisse basse d'assise assure la liaison de l'ossature avec le béton (fondation ou dalle). Elle est disposée sur le plancher s'il est en béton, ou sur les fondations,

8,21 © CNDB

8,22 © Leduc SA

Fig. 8,21
La lisse basse d'assise est disposée sur les fondations et sous le plancher lorsque la dalle est en bois.

Fig. 8,22
La dalle (donc la lisse basse) se situe au moins à une hauteur de 20 cm au-dessus du sol extérieur fini. Le bardage doit descendre devant la lisse à un niveau inférieur d'environ 3 cm du niveau de celle-ci.

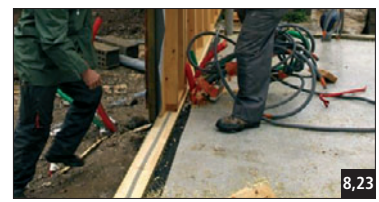
Fig. 8,23
Un feutre bituminé est disposé entre la lisse et la maçonnerie. Il évite les remontées capillaires. Sa largeur est supérieure à celle de la lisse d'au moins 5 cm pour être relevé le long de l'ossature, côté intérieur.

et sous le plancher s'il est en bois. Sa largeur doit être au moins identique à celle des montants. La lisse basse transmet l'ensemble des efforts provoqués par le vent (soulèvement et forces horizontales) à la maçonnerie et assure l'étanchéité entre la maçonnerie et l'ossature bois.

Le document à prendre en compte est le DTU 31.2 « Bâtiments à ossature bois ».

Protection de la lisse basse (classe d'emploi 2)

La lisse se situe au moins à une hauteur de 20 cm au-dessus du sol extérieur fini et un feutre bituminé de type 36S (ou autre système équivalent) doit être disposé entre la lisse et la maçonnerie pour éviter toutes remontées capillaires et toutes dégradations du bois. Il doit avoir une largeur supérieure à celle de la lisse d'au moins 5 cm pour être relevé le long de l'ossature, côté intérieur, et il protège le mur de l'humidité de la chape ou de l'eau de nettoyage des sols. Côté extérieur, le pare-pluie doit passer sur le nez de dalle devant le feutre. D'autre part, le bardage doit descendre devant la lisse à un niveau inférieur d'environ 3 cm du niveau de celle-ci. L'ensemble de ces dispositions permet de limiter le risque d'attaque biologique à la classe 2 (insectes principalement). Pour assurer une bonne étanchéité à l'air entre le mur et la maçonnerie, on peut disposer des joints pré-comprimés (type Compriband), de section 10/20 mm, sur le feutre, par exemple.


8,23 © Atlanbois

Fixation de la lisse basse

La lisse basse d'assise transmet l'ensemble des forces. Elle doit être solidement ancrée sur les fondations ou la dalle. Disposez les lisses basses afin qu'elles soient chevauchées par la traverse basse du

© CNDB

© Leduc SA

Fig. 8,24 et 8,25
Les traverses basses des murs reposent sur des lisses basses. Elles sont fixées par des chevilles métalliques aux extrémités, puis tous les mètres.

Fig. 8,26
Les pattes scellées et les équerres renforcent l'ancrage de la lisse basse et des montants.

mur. Plusieurs types de fixation peuvent être employés : des chevilles métalliques à expansion ou à scellement chimique, des pattes à sceller et des tiges filetées scellées dans les fondations.

Attention, les fixations par pistoscellement ne conviennent pas pour reprendre les charges et elles risquent de faire éclater la dalle. Ils ne doivent pas être employés. Les organes métalliques doivent être protégés contre la corrosion. Ils sont placés au moins à 50 mm du bord de la dalle, tous les mètres, à chaque extrémité et au droit de chaque ouverture. Doublez les fixations au droit des ouvertures importantes (porte de garage par exemple). Les boulons ont un diamètre de 8 mm au minimum et sont scellés sur une profondeur de 100 mm au moins. Noyez les têtes des fixations, aucun élément ne doit dépasser de la lisse basse. Les chevilles métalliques à expansion conviennent pour les bétons de 21 jours de séchage minimum, Le cas contraire, il faut employer un mortier chimique (trois jours de séchage minimum).

© CNDB

Selon la localisation, il sera nécessaire de renforcer les ancrages de la lisse basse et des montants de l'ossature avec des pattes à sceller et des équerres pour les régions exposées aux vents violents (zones cycloniques par exemple).

Dalle bois

La dalle bois permet un transfert du travail vers le bâtisseur, de prendre le chantier plus rapidement et de s'affranchir des imperfections de planéité et de niveaux des dalles béton. Les dalles bois reposent sur un vide sanitaire, un sous-sol ou sur des plots et des poutres. Pour éviter tous risques d'attaque par les champignons, la sous face du plancher devra être efficacement ventilée. Les dalles bois sont réalisées avec des solives ou des poutres industrialisées, plus rare-

8,27 © CNDB

8,28 © CNDB

ment avec un plancher massif (surface obtenue par clouage sur la face de planche posée sur la rive). Les poutres en I sont également employées, car elles offrent un bon rapport qualité/prix. Une dalle bois est un plancher technique. Il facilite le passage des fluides et de l'électricité et la mise en œuvre de l'isolation thermique. Contrairement à la dalle béton, ces équipements peuvent être modifiés et réparés.

Les documents à prendre en compte sont les suivants :

- DTU 31.2 « Bâtiments à ossature bois »,
- DTU 51.3 « Planchers à base de bois ».

Matériaux et classe d'emploi

Les pièces massives sont en résineux (sapin, épicéa, douglas, pins) classées C24 ou C18 pour les pièces de forte section. Le bois massif est intéressant pour les portées inférieures à 5 m. Au-delà le bois lamellé-collé, le bois reconstitué et les poutres industrielles ont un meilleur rapport résistance/prix. Les poutres en I sont composées d'une âme en panneau (contreplaqué, fibres…) ou en tôle et de raidisseurs en résineux massif ou en bois lamellé-collé. Ces poutres sont très maniables. Les dalles constituant le plancher et les fonds de dalle sont en panneaux dérivés du bois de type EN 300/OSB 3 ou 4, de particules EN 312/P5 (CTB-H) ou de contreplaqués EN 636/3 (CTB-X). Il existe aussi des panneaux caissons. Les caractéristiques techniques et les précautions de mise en œuvre sont spécifiques à chaque fabricant.

Avec un vide sanitaire correctement ventilé, les bois doivent présenter une durabilité naturelle ou conférée correspondant à la classe 3. Attention, les fonds de dalle sont des pièces minces en contact pendant une longue période avec un air humide et les extrémités des éléments noyés dans la maçonnerie sans précaution particulière se dégradent rapidement.

Fig. 8,27
La dalle bois permet un transfert du travail vers le bâtisseur.

Fig. 8,28
Les fonds doivent être traités avec précaution, car leur faible épaisseur leur fait prendre rapidement l'humidité de l'air et ils sont dans une atmosphère humide pendant une longue période.

Ventilation

Une dalle bois peut être posée sur des plots en béton, un sous-sol ou un vide sanitaire. Deux règles sont essentielles, la distance minimale entre le sol et le dessous de la dalle est de 30 cm (80 cm si cela est accessible notamment en zone termitée) et la ventilation doit être efficace pour éviter tous risques d'attaque par les champignons lignivores.

Plot en béton

La ventilation est optimale. Ne pas oublier la distance minimale de 30 cm entre le sol et le dessous de la dalle.

Sous-sol

Lorsque le local n'est pas chauffé, la ventilation est assurée par une entrée d'air haute et basse (grille dans la porte de service par exemple) de surface supérieure ou égale à 1/500e de la surface du plancher.

Vide sanitaire

Des orifices de ventilation doivent être répartis régulièrement sur deux murs opposés. La surface totale des ouvertures doit être au minimum de 1/500e de la surface au sol du vide sanitaire (1/300e est préférable pour une meilleure ventilation). Les orifices de ventilation doivent être situés, au moins à 0,40 m des murs-pignons et, au plus, à 5 m entre eux sur un même côté. La largeur sera deux fois plus importante que la hauteur. Les orifices doivent être protégés contre les intrusions d'animaux par des grilles. Attention, s'il y a un cloisonnement, il ne doit pas gêner la ventilation. Si l'implantation du bâtiment sur le site ne permet pas de réaliser cette ventilation, prévoyez d'autres dispositions comme des cheminées d'aération. Pour conserver une atmosphère saine, le sol doit être débarrassé de toute matière organique.

8,29
© Yves Benoît

Fig. 8,29
Un exemple, pour une surface de 80 m², prévoyez 3 orifices de chaque côté, de 0,15 x 0,30 m (une surface totale de 6 x 0,15 x 0,3 = 0,27 m², supérieure à 80/300 = 0,266 m²).

Charges reprises

Les Eurocodes 1 (EC 1) définissent les charges d'exploitation et les charges d'entretien des toitures.

Charges à prendre en compte pour le calcul des planchers d'après la norme EC1 (tab.8,3)

CATÉGORIE	qk (kN/M²)	Qk (kN)
A LOGEMENT		
Pièce résidentielle	1,5	2
Balcon	2,5	2
Escalier	3,5	2
B BUREAU		
Bureau	2,5	4
C LOCAUX PUBLICS		
C1 Locaux avec table (école, restaurant,...)	2,5	3
C2 Locaux avec sièges fixes (théatre, cinéma,...)	4	4
C3 Locaux sans obstacles à la circulation (musée, salles d'exposition)	4	4
C4 Locaux pour activités physiques (dancing, salles de gymnastique,...)	5	7
C5 Locaux susceptibles d'être surpeuplés (salles de concert, terrasses,...)	5	4,5
D COMMERCES		
D1 Commerces de détails courants	5	5
D2 Grands magasins	5	7
E AIRES DE STOCKAGE ET LOCAUX INDUSTRIELS		
E1 Surfaces de stockage (Entrepôts, bibliothèques,...)	7,5	7
E2 Usage industriel	Cf. CCTP	

© Bernard Legrand

Fig. 8,30
Les cloisons très légères d'un poids linéique inférieur à 1,0 kN/m, comme les cloisons à base de plaques de plâtre, peuvent être transformées en une charge permanente uniformément répartie de 0,40 kN/m².

La structure du plancher doit être vérifiée au poinçonnement et/ou à la flexion locale, indépendamment des charges d'exploitation, sous une charge concentrée de 2kN, représentant un pied de meuble ou un équipement.
Dans les planchers à ossature bois, on peut considérer que la répartition de la charge des cloisons est assurée si celles-ci ont une orientation perpendiculaire aux solives (ou autres poutres porteuses). Les cloisons légères de distribution, non porteuses, de poids linéique inférieur à 1,0 kN/m (cloisons dites « très légères ») et celles de poids compris entre 1,0 et 2,5 kN/m (cloisons dites « légères ») peuvent être prises en compte, comme une charge permanente uniformément répartie, égale à 0,40 kN/m² et à 1,0 kN/m² respectivement.

Pour les bâtiments d'habitation à refends transversaux porteurs rapprochés, ces charges peuvent être ramenées à 0,20 kN/m² et à 0,50 kN/m² respectivement.
Lorsque les cloisons sont parallèles aux solives, il faut renforcer la structure au voisinage des cloisons.

Dimensionnement

Dimensionnement des panneaux constituant le plancher

Les tableaux (suivants) précisent les épaisseurs minimales des panneaux en fonction des éléments suivants (source : « Les panneaux à base de bois - Guide des applications dans le bâtiment – Édition CTBA ») :

- Nature du panneau
- Charge ponctuelle de 200 daN et flèche relative de L/400
- Module d'élasticité et contraintes selon NF EN 12369-1 (5000 MPA pour le contreplaqué)
- 1/3 des charges de courtes durées (moins d'une semaine)

Épaisseur minimale des panneaux de fibres employés en dalle (tab.8,4)

CHARGES (EN DAN/M²)	ENTRAXE DES SOLIVES (EN CM)				
	40	45	50	55	60
ÉPAISSEUR DES PANNEAUX EN 622-5/MDF HLS (CTB-RH) EN MILIEU HUMIDE (EN MM)					
150	22	25	25	30	35
200	22	25	28	30	35
250	25	25	28	30	35
300	25	28	30	32	35
350	28	28	32	35	38

Épaisseur minimale des panneaux de particules employés en dalle (tab.8,5)

CHARGES (EN DAN/M²)	ENTRAXE DES SOLIVES (EN CM)						
	40	45	50	55	60	65	70
ÉPAISSEUR DES PANNEAUX EN 312/P4 (CTB-S) EN MILIEU SEC (EN MM)							
150	19	19	22	25	25	30	35
200	19	22	22	25	28	30	35
250	19	22	25	25	28	30	35
300	22	22	25	28	30	32	35
350	22	25	28	28	32	35	38
ÉPAISSEUR DES PANNEAUX EN 312/P5 (CTB-H) EN MILIEU HUMIDE (EN MM)							
150	19	19	22	22	25	30	30
200	19	22	22	25	28	30	30
250	19	22	25	25	28	30	32
300	22	22	25	28	30	32	35
350	22	22	25	28	30	35	35

Épaisseur minimale des panneaux contreplaqués employés en dalle (tab.8,6)

CHARGES (EN DAN/M²)	ENTRAXE DES SOLIVES (EN CM)						
	40	45	50	55	60	65	70
ÉPAISSEUR DES PANNEAUX EN 636/3 (CTB-X) OKOUME EN MILIEU HUMIDE (EN MM)							
150	15	15	18	18	22	22	25
200	15	18	18	22	22	25	27
250	15	18	22	22	25	25	32
300	18	18	22	22	25	27	32
350	18	22	22	25	25	27	32
ÉPAISSEUR DES PANNEAUX EN 636/3 (CTB-X) PIN MARITIME EN MILIEU HUMIDE (EN MM)							
150	12	15	15	18	18	21	25
200	15	15	18	18	21	21	25
250	15	15	18	21	21	25	25
300	15	18	18	21	21	25	27
350	15	18	21	21	25	25	32

Dimensionnement des éléments de structure

La flèche admissible des solives est de 1/400e de la portée, des poutres supportant les solives, 1/500e.

Pour la mise en œuvre de carrelage, il est souhaitable que la flèche des éléments du plancher soit limitée au 1/600e de la portée afin d'éviter des fentes au niveau des joints.

Épaisseur minimale des panneaux de lamelles minces, longues et orientés OSB employés en dalle (tab.8,7)

CHARGES (EN DAN/M²)	ENTRAXE DES SOLIVES (EN CM)						
	40	45	50	55	60	65	70
ÉPAISSEUR DES PANNEAUX EN 300/OSB 2 EN MILIEU SEC (EN MM)							
150	15	15	18	19	22	22	25
200	15	18	18	22	22	25	25
250	16	18	19	22	25	25	
300	18	19	22	25	25		
350	18	19	22	25			
ÉPAISSEUR DES PANNEAUX EN 300/OSB 3 EN MILIEU HUMIDE (EN MM)							
150	15	15	18	19	22	22	25
200	15	18	18	22	22	25	28
250	16	18	22	22	25	28	28
300	18	19	22	25	25	28	30
350	18	19	22	25	28	28	30
ÉPAISSEUR DES PANNEAUX EN 300/OSB 4 EN MILIEU HUMIDE (EN MM)							
150	15	15	15	18	18	22	22
200	15	15	18	18	22	22	25
250	15	16	18	19	22	25	25
300	15	18	19	22	22	25	28
350	16	18	19	22	25	25	28

Solives en bois massifs

Les tableaux des pages suivantes mentionnent, pour des solives, la charge admissible totale répartie en fonction du **critère de sécurité** (en caractère gras) et du *critère déformation* (en caractère italique).

Les hypothèses sont les suivantes :

- bois résineux de catégorie ST-II (C24)
- humidité de 15 % et variation en service inférieure à 5 %,
- 50% de charge permanente,
- pièce de bois reposant sur deux appuis de même niveau,
- pièce de bois rectangulaire posée à chant,
- charge ponctuelle,
- contrainte admissible de flexion 11 Mpa,
- flèche admissible 1/400 de la portée,
- module d'élasticité E = 10 KN/mm²,
- module de glissement G = 0.6 KN/mm².

Exemple

Une structure de 25 DaN/m² (poids propre des solives, de la dalle et du revêtement de sol), supportant une charge d'exploitation de 150 DaN / m², avec des solives d'un entraxe de 60 cm et d'une portée de 4 m. Les solives supporteront 420 DaN ((150+25) x 0,6 x 4). Les sections possibles sont 50 x 225 (686 DaN, 429 DaN, attention au risque de dévers car l'élancement est important), 65 x 225 (**920 DaN,** 575 DaN), 75 x 200 (**858 DaN,** 465 DaN), 100 x 175 (**918 DaN,** 421 DaN).

Charge admissible pour des solives (Inclus poids propre et 50 % de charges permanentes) (tab.8,8)

Section commerciale (cm)	Portée (cm) Section de calcul (cm)	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
5,0 x 12,5	4,7 x 12,2				765	662	567	496	441	397	361	331	305	284	265	248	233	221	209													
					659	478	361	282	226	185	154	130	111	96	84	74	66	59	53													
5,0 x 15,0	4,7 x 14,7				921	908	779	681	606	545	495	454	419	389	363	341	321	303	287	272	260	248	237	227									
					1082	799	611	480	386	317	265	224	192	166	146	128	114	102	92	83	75	69	63	58									
5,0 x 16,5	4,7 x 16,2					1015	918	804	714	643	584	536	494	459	429	402	378	357	338	321	306	292	279	268	257	247	238					
						1037	798	631	509	419	351	297	255	221	194	171	152	136	122	110	100	92	84	77	71	66	61					
5,0 x 17,5	4,7 x 17,2					1078	1017	890	791	712	647	593	547	508	474	445	419	395	375	356	339	324	309	297	285	274	264	254	245			
						1215	940	745	603	497	417	354	304	264	231	204	181	162	146	132	120	109	100	92	85	79	73	68	63			
5,0 x 20,0	4,7 x 19,7						1235	1121	996	896	815	747	690	640	598	560	527	498	472	448	427	407	390	374	359	345	332	320	309	299	289	280
							1351	1080	881	730	614	523	450	391	343	303	270	242	218	197	179	164	150	138	127	118	109	102	95	89	83	78
5,0 x 22,5	4,7 x 22,2						1391	1373	1220	1098	998	915	845	785	732	686	646	610	578	549	523	499	478	458	439	422	407	392	379	366	354	343
							1842	1488	1221	1017	859	734	633	552	485	429	382	343	300	280	255	233	213	196	181	168	156	145	136	127	119	112
5,0 x 25,0	4,7 x 24,7							1548	1463	1317	1197	1097	1013	941	878	823	775	732	693	658	627	599	573	549	527	506	488	470	454	439	425	411
								1905	1625	1362	1155	990	857	748	659	584	521	468	422	382	348	318	292	269	248	230	214	199	186	174	163	153
6,5 x 10,0	6,3 x 9,7			815	721	601	515	450	400	360	328	300	277	257																		
				895	468	335	251	194	155	126	105	88	75	65																		
6,5 x 11,5	6,3 x 11,2			941	920	767	657	575	511	460	418	383	354	329	307	288	271															
				1021	699	504	380	295	236	193	160	135	116	100	87	77	68															
6,5 x 12,5	6,3 x 12,2				1025	887	760	665	591	532	484	443	409	380	355	333	313	296	280													
					883	641	485	378	303	247	206	174	149	129	112	99	88	79	71													
6,5 x 15,0	6,3 x 14,7				1235	1217	1044	913	812	730	664	609	562	522	487	457	430	406	384	365	348	332	318	304									
					1450	1071	818	643	518	425	355	300	257	223	195	172	153	137	123	111	101	92	84	77									
6,5 x 16,5	6,3 x 16,2					1361	1231	1077	957	862	783	718	663	615	574	539	507	479	454	431	410	392	375	359	345	331	319					
						1391	1070	845	683	562	470	399	342	297	260	229	204	182	164	148	135	123	112	103	95	88	82					
6,5 x 17,5	6,3 x 17,2					1445	1363	1193	1060	954	867	795	734	681	636	596	561	530	502	477	454	434	415	398	382	367	353	341	329	318		
						1629	1260	998	808	667	558	474	407	353	310	273	243	217	196	177	161	147	134	124	114	106	98	91	85	80		
6,5 x 20,0	6,3 x 19,7						1655	1502	1335	1202	1092	1001	924	858	801	751	707	668	632	601	572	546	522	501	481	462	445	429	414	401	388	375
							1811	1448	1180	978	822	700	603	524	460	407	362	324	292	264	240	219	201	185	171	158	147	137	127	119	112	105
6,5 x 22,5	6,3 x 22,2						1865	1840	1636	1472	1338	1227	1132	1052	981	920	866	818	775	736	701	669	640	613	589	566	545	526	508	491	475	460
							2470	1904	1637	1364	1151	984	849	740	650	575	513	460	414	375	341	312	286	263	243	225	209	195	182	170	159	150
6,5 x 25,0	6,3 x 24,7							2075	1961	1765	1605	1471	1358	1261	1177	1103	1038	981	929	883	840	802	767	735	706	679	654	630	609	588	569	552
								2635	2178	1825	1548	1327	1149	1003	883	783	699	627	566	513	467	427	392	361	333	309	287	267	249	233	219	205
7,5 x 7,5	7,2 x 7,2		691	620	496	413	354	310	276																							
			579	347	229	162	120	92	73																							
7,5 x 10,0	7,2 x 9,7			931	824	686	588	515	458	412	374	343	317	294																		
				794	535	383	287	222	177	144	120	101	86	75																		
7,5 x 11,5	7,2 x 11,2			1075	1052	876	751	657	584	526	478	438	404	376	351	329	309															
				1167	799	576	434	337	270	220	183	154	132	114	100	88	78															
7,5 x 12,5	7,2 x 12,2				1171	1013	869	760	676	608	553	507	468	434	405	380	358	338	320													
					1009	733	554	432	346	283	235	199	170	147	129	113	100	90	81													
7,5 x 14,5	7,2 x 14,7				1411	1391	1193	1044	928	835	759	696	642	596	557	522	491	464	439	417	398	379	363	348									
					1658	1224	935	735	592	486	405	343	294	255	223	197	175	156	140	127	115	105	96	89									
7,5 x 16,5	7,2 x 16,2					1555	1407	1231	1094	985	895	821	758	703	657	615	579	547	518	492	469	448	428	410	394	379	365					
						1589	1223	966	780	642	537	456	391	339	297	262	233	208	187	169	154	140	129	118	109	101	94					
7,5 x 17,5	7,2 x 17,2					1651	1558	1363	1211	1090	991	909	839	779	727	681	641	606	574	545	519	496	474	454	436	419	404	389	376	363		
						1862	1440	1141	924	762	638	542	465	404	354	312	278	248	223	202	184	168	154	141	130	121	112	104	97	91		
7,5 x 20,0	7,2 x 19,7						1891	1717	1526	1373	1248	1144	1056	981	916	858	808	763	723	687	654	624	597	572	549	528	509	490	474	458	443	429
							2069	1655	1349	1118	940	800	689	599	526	465	413	370	333	302	274	251	230	211	195	181	168	156	146	136	128	120
7,5 x 22,5	7,2 x 22,2						2131	2103	1869	1683	1530	1402	1294	1202	1122	1052	990	935	886	841	801	765	732	701	673	647	623	601	580	561	543	526
							2822	2279	1870	1558	1316	1124	970	846	743	658	586	525	473	429	390	356	327	301	278	257	239	222	208	194	182	171
7,5 x 25,0	7,2 x 24,7							2371	2241	2017	1834	1681	1552	1441	1345	1261	1187	1121	1062	1009	961	917	877	840	807	776	747	720	696	672	651	630
								3011	2490	2086	1769	1516	1313	1147	1009	895	798	716	646	586	533	488	448	412	381	353	328	305	285	266	250	235
7,5 x 28,0	7,2 x 27,7								2659	2451	2228	2043	1886	1751	1634	1532	1442	1362	1290	1226	1167	1114	1066	1021	980	943	908	875	845	817	791	766
									3360	2835	2417	2082	1809	1584	1398	1242	1110	997	901	818	745	682	626	577	533	494	459	428	400	374	351	330

© CTBA, Initiation à la charpente -- Édition CTBA

Suite du tableau sur la charge admissible pour des solives (tab.8,9)

7,5 x 30,0	7,2 x 29,7								2851 4015	2760 3404	2509 2914	2300 2517	2123 2192	1971 1924	1840 1701	1725 1513	1623 1354	1533 1218	1452 1101	1380 1000	1314 912	1254 836	1200 767	1150 707	1104 654	1061 606	1022 564	986 525	952 491	920 459	890 431	862 405
10,0 x 10,0	9,7 x 9,7			1255 1069	1110 721	925 516	793 386	693 299	616 238	555 194	504 161	462 136	427 116	396 100																		
10,0 x 11,5	9,7 x 11,2			1449 1572	1417 1076	1181 777	1012 584	885 455	787 303	708 297	644 247	590 208	545 178	506 154	472 134	443 118	417 105															
10,0 x 12,5	9,7 x 12,2				1578 1359	1365 987	1170 746	1024 582	910 466	819 381	745 317	683 268	630 229	585 198	546 173	512 153	482 135	455 121	431 109													
10,0 x 15,0	9,7 x 14,7				1901 2233	1875 1649	1607 1260	1406 990	1250 797	1125 654	1022 546	937 462	865 396	803 343	750 300	703 265	662 235	625 210	592 189	562 171	536 155	511 142	489 130	469 119								
10,0 x 16,5	9,7 x 16,2					2095 2141	1895 1648	1658 1301	1474 1051	1327 865	1206 724	1106 614	1021 527	948 457	884 400	829 353	780 313	737 280	698 252	663 228	632 207	603 189	577 173	553 159	531 147	510 136	491 126				
10,0 x 17,5	9,7 x 17,2					2225 2508	2098 1940	1836 1537	1632 1245	1469 1026	1335 860	1224 730	1130 627	1049 544	979 477	918 421	864 374	816 335	773 301	734 272	699 247	668 226	639 207	612 190	588 176	565 162	544 151	525 140	507 131		
10,0 x 20,0	9,7 x 19,7						2548 2788	2313 2230	2056 1817	1850 1506	1682 1266	1542 1078	1423 929	1321 807	1233 708	1156 626	1088 557	1028 499	974 449	925 407	881 370	841 338	804 309	771 285	740 263	712 243	685 226	661 210	638 196	617 183	597 172	578 161
10,0 x 22,5	9,7 x 22,2						2871 3802	2833 3070	2519 2520	2267 2099	2061 1773	1889 1514	1744 1307	1619 1139	1511 1001	1417 886	1333 789	1259 708	1193 638	1133 578	1079 526	1030 480	986 440	944 405	907 374	872 347	840 322	810 300	782 280	756 262	731 245	708 230
10,0 x 25,0	9,7 x 24,7							3196 4056	3020 3354	2718 2810	2471 2383	2265 2043	2090 1789	1941 1545	1812 1360	1698 1206	1599 1075	1510 965	1430 871	1359 789	1294 719	1235 657	1182 603	1132 555	1087 513	1046 475	1007 441	971 411	937 384	906 359	877 337	849 316
10,0 x 28,0	9,7 x 27,7								3583 4526	3302 3819	3002 3257	2752 2804	2540 2437	2359 2134	2202 1883	2064 1673	1943 1495	1835 1344	1738 1214	1651 1102	1573 1004	1501 919	1436 844	1376 777	1321 718	1270 666	1223 619	1179 577	1139 538	1101 504	1065 473	1032 444
10,0 x 30,0	9,7 x 29,7								3841 5409	3718 4586	3380 3925	3098 3391	2860 2903	2656 2592	2479 2291	2324 2038	2187 1824	2065 1641	1957 1484	1859 1348	1770 1229	1690 1125	1616 1034	1549 953	1487 881	1430 817	1377 759	1328 708	1282 661	1239 619	1199 581	1162 546

Poutre en I et poutre LVL

Chaque fabricant fournit une note technique qui inclut notamment des tableaux permettant de dimensionner les poutres. À titre d'information, nous reproduisons deux tableaux du guide « POUTRE EN I – Mise en œuvre et application » édité par le CTBA.

Les charges de calcul ont été établies, pour chaque section de poutre et en fonction des portées, pour une pose sur deux appuis et un chargement uniforme.

Les hypothèses de calcul suivantes ont été retenues:

Membrures en bois résineux (45 x 70 mm ou 45 x 95 mm)

- Module d'élasticité axial instantané : 10 000 MPa,
- Contrainte admissible en traction : 8,7 MPa,
- Coefficient de fluage : 1,5.

Ame en Triply (épaisseur 12 mm)

- Contrainte admissible en cisaillement : 2,3 MPa
- Module de glissement : 1 200 MPa
- Coefficient de fluage : 1,9

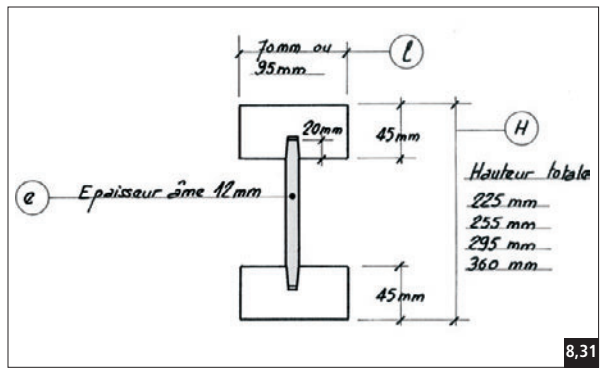


Fig. 8,31
Dimensions des poutres en I.

Ces valeurs correspondent à un emploi du panneau dans le sens de la longueur.

Collage : 18 mm de largeur utile de collage par membrure

Flèche admissible : 1/400e de la portée, qui est la flèche exigée pour les planchers et pour toutes les pièces supportant des circulations, des plafonds ou des matériaux fragiles.

Pour une dimension de poutre et une portée donnée, chaque tableau indique deux valeurs :

- **En caractère gras,** sur la ligne supérieure, la charge admissible correspondant au critère de déformation (la flèche)
- *En italique,* sur la ligne inférieure, la charge admissible instantanée correspondant au critère de sécurité.

La charge admissible à prendre en compte est la plus faible de ces deux valeurs.

Charges admissibles pour des solives (Flèche de 1/400) avec une charge permanente inférieure à 20 % des charges totales (tab.8,10)

Portées (en m) / Poutres (en mm)	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.25	5.50	5.75	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	7.25	7.50	7.75	8.00
H = 360 e = 12 l = 70	**3362**	**2975**	**2636**	**2341**	**2085**	**1864**	**1672**	**1506**	**1361**	**1235**	**1124**	**1027**	**941**	**865**	**797**	**737**	**683**	**635**	**591**	**552**	**516**	**484**	**454**	**427**	**402**
	1751	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1738*	*1622*	*1521*	*1432*	*1352*	*1281*	*1217*	*1159*	*1106*	*1058*	*1014*	*973*	*936*	*901*	*869*	*839*	*811*	*785*	*760*
H = 360 e = 12 l = 95	**3859**	**3477**	**3130**	**2819**	**2543**	**2298**	**2081**	**1890**	**1721**	**1571**	**1438**	**1320**	**1215**	**1122**	**1038**	**962**	**894**	**833**	**778**	**727**	**681**	**640**	**602**	**567**	**535**
	1751	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1738*	*1651*	*1573*	*1501*	*1436*	*1376*	*1321*	*1270*	*1223*	*1180*	*1139*	*1101*	*1065*	*1032*
H = 295 e = 12 l = 70	**2324**	**2035**	**1786**	**1574**	**1392**	**1237**	**1104**	**990**	**891**	**806**	**732**	**667**	**609**	**559**	**515**	**475**	**440**	**408**	**379**	**354**	**330**	**309**	**290**	**273**	**257**
	1395	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1341*	*1252*	*1174*	*1105*	*1043*	*988*	*939*	*894*	*854*	*817*	*783*	*751*	*722*	*696*	*671*	*648*	*626*	*606*	*587*
H = 295 e = 12 l = 95	**2705**	**2411**	**2150**	**1920**	**1719**	**1543**	**1389**	**1255**	**1138**	**1034**	**944**	**864**	**793**	**730**	**674**	**623**	**578**	**538**	**501**	**468**	**438**	**411**	**386**	**363**	**343**
	1395	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1341*	*1274*	*1214*	*1159*	*1108*	*1062*	*1020*	*980*	*944*	*910*	*879*	*850*	*822*	*796*
H = 255 e = 12 l = 70	**1744**	**1516**	**1322**	**1159**	**1020**	**903**	**804**	**719**	**645**	**582**	**528**	**480**	**438**	**402**	**369**	**340**	**315**	**292**	**271**	**253**	**236**	**221**	**207**	**195**	**183**
	1177	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1100*	*1027*	*962*	*906*	*855*	*810*	*770*	*733*	*700*	*669*	*642*	*616*	*592*	*570*	*550*	*531*	*513*	*497*	*481*
H = 255 e = 12 l = 95	**2050**	**1813**	**1606**	**1426**	**1270**	**1135**	**1018**	**917**	**829**	**752**	**684**	**625**	**573**	**526**	**485**	**448**	**416**	**386**	**360**	**336**	**314**	**294**	**276**	**260**	**245**
	1177	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1161*	*1100*	*1045*	*995*	*950*	*909*	*871*	*836*	*804*	*774*	*746*	*721*	*697*	*674*	*653*
H = 225 e = 12 l = 70	**1345**	**1162**	**1009**	**880**	**773**	**682**	**605**	**540**	**484**	**436**	**395**	**359**	**327**	**299**	**275**	**253**	**234**	**217**	**202**	**188**	**175**	**164**	**154**	**144**	**136**
	1014	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*992*	*921*	*859*	*806*	*758*	*716*	*678*	*645*	*614*	*586*	*560*	*537*	*516*	*496*	*477*	*460*	*445*	*430*	*416*	*403*
H = 225 e = 12 l = 95	**1593**	**1401**	**1234**	**1091**	**968**	**862**	**771**	**692**	**624**	**565**	**514**	**469**	**429**	**394**	**362**	**335**	**310**	**288**	**268**	**250**	**233**	**219**	**205**	**193**	**182**
	1014	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*972*	*921*	*875*	*833*	*795*	*761*	*729*	*700*	*673*	*648*	*625*	*603*	*583*	*564*	*547*

Charges admissibles pour des solives (Flèche de 1/400) avec une charge permanente inférieure à 50 % des charges totales (tab.8,11)

Portées (en m) / Poutres (en mm)	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.25	5.50	5.75	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	7.25	7.50	7.75	8.00
H = 360 e = 12 l = 70	2841	2525	2246	2002	1789	1603	1442	1301	1178	1070	976	892	819	753	695	643	596	554	516	482	451	423	397	374	352
	1751	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1738*	*1622*	*1521*	*1432*	*1352*	*1281*	*1217*	*1159*	*1106*	*1058*	*1014*	*973*	*936*	*901*	*869*	*839*	*811*	*785*	*760*
H = 360 e = 12 l = 95	3242	2934	2652	2397	2169	1966	1785	1625	1483	1356	1243	1143	1054	973	901	837	778	725	678	634	595	558	525	495	467
	1751	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1751*	*1738*	*1651*	*1573*	*1501*	*1436*	*1376*	*1321*	*1270*	*1223*	*1180*	*1139*	*1101*	*1065*	*1032*
H = 295 e = 12 l = 70	1971	1733	1527	1350	1198	1067	954	857	773	700	636	580	531	488	449	415	384	356	332	309	289	271	254	239	225
	1395	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1341*	*1252*	*1174*	*1105*	*1043*	*988*	*939*	*894*	*854*	*817*	*783*	*751*	*722*	*696*	*671*	*648*	*626*	*606*	*587*
H = 295 e = 12 l = 95	2280	2042	1828	1638	1471	1324	1195	1082	983	895	818	749	689	635	586	543	504	469	438	409	383	359	338	318	300
	1395	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1395*	*1341*	*1274*	*1214*	*1159*	*1108*	*1062*	*1020*	*980*	*944*	*910*	*879*	*850*	*822*	*796*
H = 255 e = 12 l = 70	1482	1294	1133	996	880	781	696	623	561	506	459	418	382	350	322	297	275	255	237	221	207	193	181	170	160
	1177	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1100*	*1027*	*962*	*906*	*855*	*810*	*770*	*733*	*700*	*669*	*642*	*616*	*592*	*570*	*550*	*531*	*513*	*497*	*481*
H = 255 e = 12 l = 95	1732	1539	1369	1220	1090	976	878	792	717	651	594	543	498	458	423	391	363	337	314	293	274	257	242	227	214
	1177	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1177*	*1161*	*1100*	*1045*	*995*	*950*	*909*	*871*	*836*	*804*	*774*	*746*	*721*	*697*	*674*	*653*
H = 225 e = 12 l = 70	1145	994	866	758	667	590	525	469	421	380	344	313	285	261	240	221	205	190	176	164	153	144	135	126	119
	1014	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*992*	*921*	*859*	*806*	*758*	*716*	*678*	*645*	*614*	*586*	*560*	*537*	*516*	*496*	*477*	*460*	*445*	*430*	*416*	*403*
H = 225 e = 12 l = 95	1348	1191	1054	935	832	743	666	599	541	491	446	408	373	343	316	292	271	251	234	218	204	191	180	169	159
	1014	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*1014*	*972*	*921*	*875*	*833*	*795*	*761*	*729*	*700*	*673*	*648*	*625*	*603*	*583*	*564*	*547*

Mise en œuvre

L'assemblage de la dalle bois avec la lisse basse ou la maçonnerie doit transmettre l'ensemble des efforts verticaux (poids de la structure, charges d'exploitation et de la neige) et les efforts horizontaux liés au vent. Par ailleurs, la face supérieure des solives doit constituer un plan horizontal compatible avec les tolérances admises pour la pose du parquet ou du support de revêtement de sol. Si les solives ne sont pas dans le même plan (Mise en œuvre défec-

tueuse ou retrait provoqué par la mise en œuvre d'un bois trop humide), des grincements peuvent se produire.

Appuis sur lisse basse

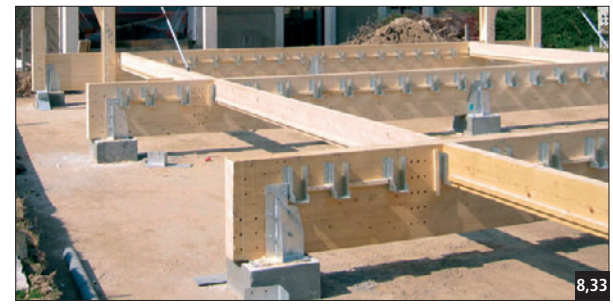
Les solives ou poutres industrielles sont fixées sur la lisse basse par clouage ou vissage. Afin de prendre en compte les contraintes d'écrasement (compression transversale), la longueur d'appuis des solives sur la lisse basse est au moins de 50 mm. Cette valeur pourra être diminuée éventuellement sous réserve de vérification de la contrainte de compression transversale et de la prise en compte des tolérances d'exécution.

Appuis sur poutre intermédiaire

Les solutions les plus courantes sont l'appui simple et l'appui sur lambourde. Les appuis sur poutre entaillée sont réservés aux poutres de fortes sections (réhabilitation) ou aux solutions haut de gamme grâce au taillage numérique en centre d'usinage. Cette solution appliquée, en particulier, aux solives et poutres en bois lamellé-collé apparent permet la réalisation de queues-d'aronde de grande précision.

© CNDB

Fig. 8,32
Appuis sur lisse basse.



© Leduc SA

Fig. 8,33
Appuis sur étriers métalliques.

© Leduc SA

Fig. 8,34
L'appui sur poutres entaillées est similaire pour les planchers ou les dalles bois.

Appuis sur plot en béton

Des poutres horizontales formant le contour de la dalle sont fixées par l'intermédiaire de ferrures sur les plots. Les poutres supportant le plancher sont fixées avec les mêmes techniques que les assemblages avec une poutre intermédiaire.

Entretoisement des solives et poutres

Pour éviter le dévers, les poutres doivent être maintenues aux extrémités et à intervalle régulier. Cet intervalle est défini par les fabricants pour les poutres industrielles. Il est de 60 fois l'épaisseur (pour des pièces massives ou lamellées-collées. Le risque de dévers devient important dès que la hauteur de la solive est supérieure à 4 fois son épaisseur. Aux extrémités, les solives sont maintenues par clouage sur une solive de rive. En partie courante, elles sont contreventées par

8,35 © CNDB

8,36 © Leduc SA

des étrésillons massifs, des entretoises massives ou par des feuillards en acier. Par ailleurs, les entretoises permettent de répartir des charges ponctuelles sur les solives adjacentes.

Section des entretoises massives :
- Avec des solives massives : hauteur ≥ $^{3}/_{4}$ x hauteur des solives, largeur = largeur des solives
- Avec des poutres en I : hauteur = hauteur des solives, largeur = largeur des solives

8,37 © CNDB

Fig. 8,35
Entretoises croisées d'un plancher (application similaire pour les dalles bois.

Fig. 8,36
Étrésillons massifs d'un plancher (application similaire pour les dalles bois).

Fig. 8,37
Les fonds sont agrafés, ils maintiennent l'isolant.

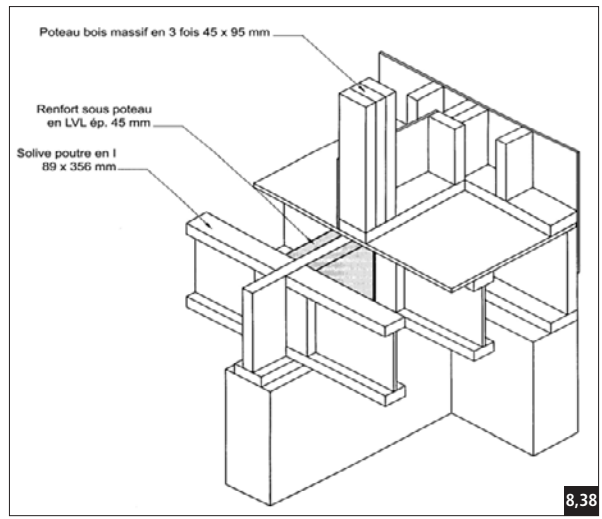
Fig. 8,38
Renfort sous montant reprenant une descente de charge tel qu'un mur de refend ou un poteau.

Fonds des dalles bois

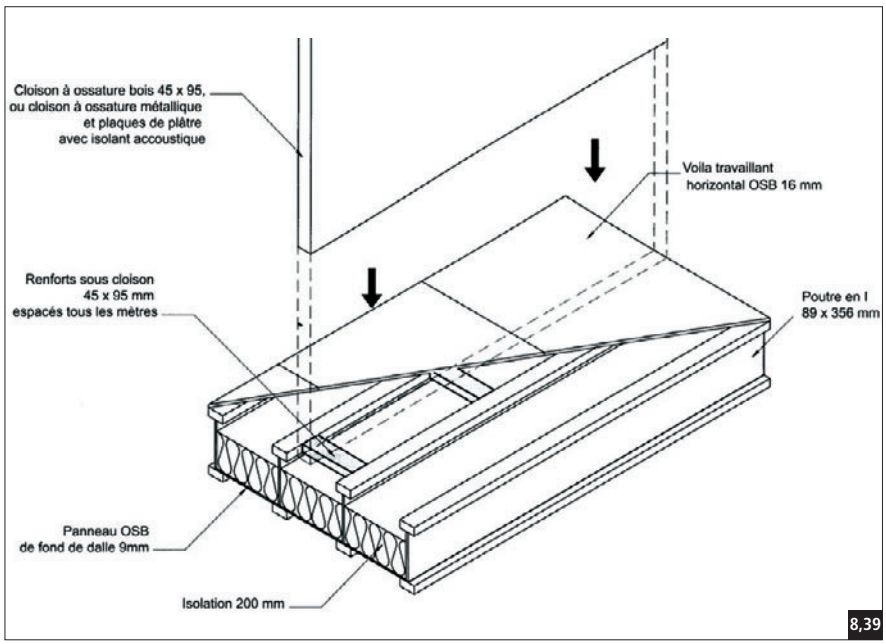
Ils permettent de maintenir l'isolant lorsqu'il n'est pas rigide et de limiter les éventuelles remontées d'humidité. Ils sont agrafés sur les poutres. Un jeu de 5 mm facilitera la mise en œuvre et permettra la variation dimensionnelle des panneaux.

Renfort sous charges lourdes

Le solivage doit comporter les renforts au droit des charges lourdes (cloison, murs de refend, poteau inté-



8,38 © CNDB



© CNDB

Fig. 8,39
Renfort sous cloison légère.

Fig. 8,40
Porte-à-faux parallèles aux solives.

Fig. 8,41
Porte-à-faux perpendiculaires aux solives.

rieur, baignoire…). De nombreuses solutions existent, renforts sous cloisons, reprise de charges sous mur de refend ou sous poteau…

Porte-à-faux

Les planchers par solivage ou poutres industrielles permettent de réaliser des portes-à-faux pour la confection de balcons ou de murs en encorbellement. Les longueurs courantes sont généralement de 4 fois la hauteur des solives, mais il est nécessaire de vérifier le porte-à-faux par le calcul. Les bois utilisés pour les solives en portes-à-faux extérieurs correspondent à la classe d'emploi 3 si le balcon est couvert, sinon à la classe d'emploi 4.

Les portes-à-faux dans le prolongement des solives sont plus simples à réaliser que les portes-à-faux perpendiculaires. Des poutres sont fixées à une solive jumelée située à l'intérieur du mur à une distance égale à deux fois le porte-à-faux.

© Yves Benoît

© Yves Benoît

Fermeture des abouts de plancher

La périphérie de la paroi horizontale est fermée par des poutres ou des entretoises pleines. Afin de limiter les risques d'écrasement aux extrémités des solives, il est préférable d'utiliser des éléments avec de meilleures performances que les solives : LVL, bois lamellés-collés, etc.

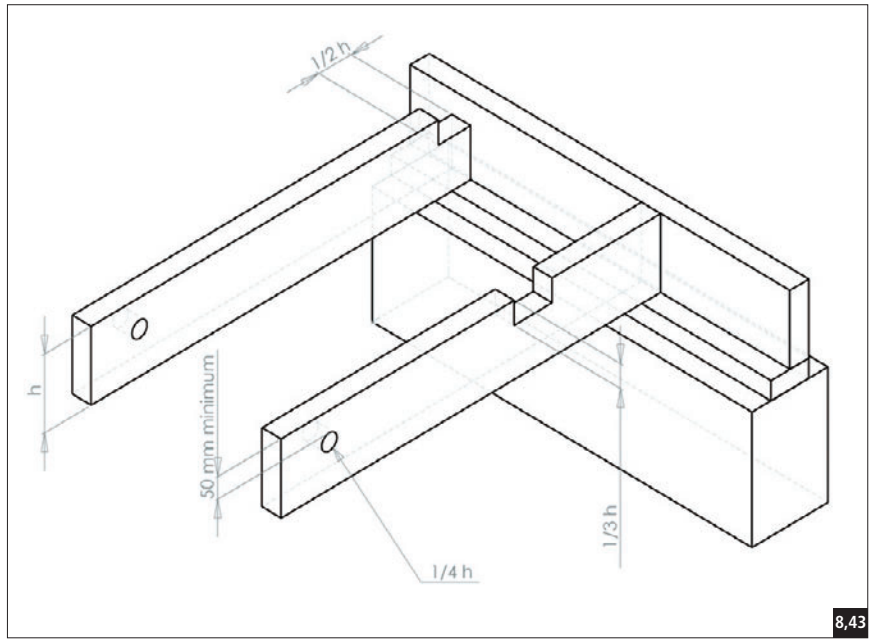
8,42 © CTBA

Équipement technique

L'exécution des ouvrages d'équipement technique doit respecter l'étanchéité à l'air et à l'eau et la rigidité du plancher.

La disposition des gaines dans un sens parallèle aux poutres est simple. La structure en bois servira de support direct aux gaines de reprise d'air, aux canalisations et aux chemins de câbles. Les vides de construction pourront également servir à encastrer les luminaires, les diffuseurs et les grilles de reprises et de soufflage (attention à ne pas affaiblir les performances acoustiques).

Dans un sens perpendiculaire aux solives, le passage des fluides et gaines est limité par les contraintes d'entailles et de percement. Les entailles ne sont pas admises dans la partie inférieure des solives (fibres tendues) sauf sur appui. Les entailles réalisées sur le dessus des solives doivent être distantes de la rive de l'appui d'au plus la moitié de la hauteur de la solive et ne doivent pas mesurer en profondeur plus du tiers de cette hauteur. S'il est nécessaire de pratiquer des entailles ailleurs dans la portée, il faut en tenir compte dans le dimensionnement de la solive. La hauteur utile de la solive sera minorée de la profondeur de l'entaille. Les percements admissibles



8,43 © Yves Benoît

sont définis par la figure 8,43. Les fabricants des poutres industrielles fournissent les schémas d'entaillage et de percement envisageable. Pour les poutres en I définies dans le guide « POUTRE EN I – Mise en œuvre et application » édité par le CTBA, les percements admissibles sont définis par la figure 8,44.

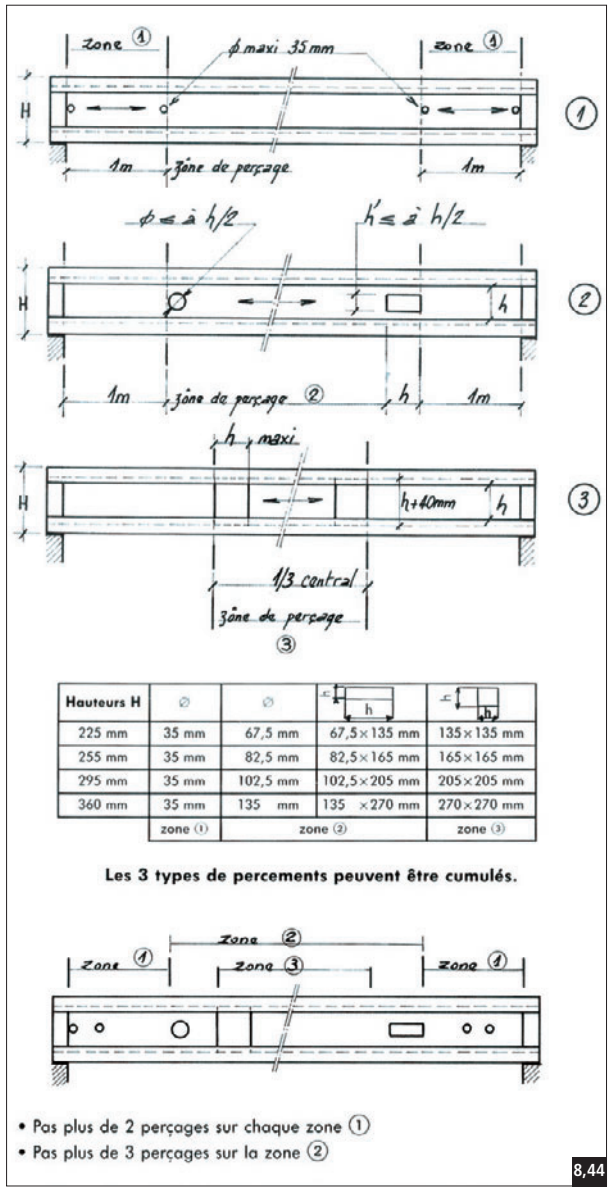
Pour chaque percement sur le fond et le dessus de la dalle, maintenez l'étanchéité à l'air et à l'eau avec de la mousse polyuréthane et/ou du mastic polyuréthane.

Isolation et pare-vapeur

Un isolant en fibres ou en flocons non hydrophile (lorsqu'il est en contact avec l'eau, il en absorbe une quantité négligeable) est placé entre les poutres. Afin de réduire les ponts thermiques, il est recommandé de remplir au minimum la dalle d'isolant sur 20 cm de large sur toute la périphérie. L'isolant doit être posé dans une ambiance sèche. Lorsqu'il risque

Fig. 8,42
Fermeture des abouts de plancher.

Fig. 8,43
Entailles et perçages maximaux admis. Lorsque les entailles sont plus pénalisantes la solive doit être justifiée.



8,44 © CTBA

Fig. 8,44
Percements admissibles (source «POUTRE EN I – Mise en œuvre et application» édité par le CTBA

8,45 © CNDB

Fig. 8,45
Le remplissage de la dalle sur 20 cm évite les ponts thermiques. Le pare-vapeur est situé entre les poutres et le panneau car il recevra directement le revêtement de sol.

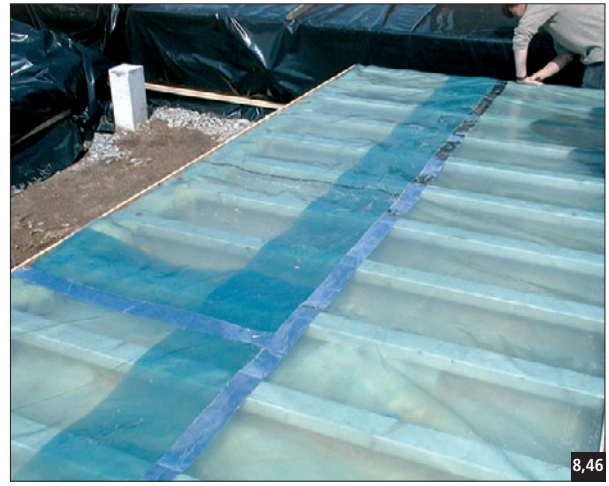
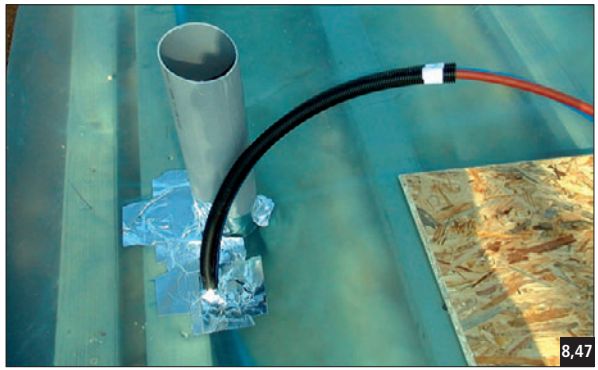

8,46 © CNDB

Fig. 8,46
Les lais de pare-vapeur se chevauchent et sont maintenus avec un scotch aluminium.

de pleuvoir, il faut travailler avec une bâche qui recouvre en permanence la zone inachevée.

Le plancher séparant une zone froide et chaude, il faut un pare-vapeur sur la face chaude. Il est placé entre les poutres et le platelage quand il supporte directement le revêtement de sol. S'il reçoit un plancher flottant, le pare-vapeur sera placé sur le panneau. Comme l'isolant, le pare-vapeur doit être mis en œuvre dans un milieu sec. Soignez tout particulièrement la continuité du pare-vapeur. Réalisez un recouvrement entre deux lais de 5 cm au minimum, renforcez-le et assurez l'étanchéité à chaque percement avec une bande de scotch pare-vapeur (en aluminium par exemple).



© CNDB

© CNDB

Fig. 8,47
L'étanchéité des percements est assurée avec un scotch aluminium.

Fig. 8,48
Les panneaux reposent au minimum sur trois appuis. Le petit côté est fixé sur le dessus de la poutre et la grande longueur est perpendiculaire aux poutres.

Fig. 8,49
Un cordon de mastic polyuréthane limite les risques de reprise d'humidité pendant le chantier.

Platelage et contreventement

Les supports les plus employés sont les panneaux dérivés du bois travaillants en milieu humide de type EN 300/OSB 3 ou 4, panneaux de particules EN 312/P5 (CTB H), les panneaux de contreplaqué EN 636/3 (CTB X) et plus rarement les planches ou lames bouvetées en bois massif correspondant à la classe d'emploi 2.

Les panneaux dérivés du bois sont fixés par clouage, agrafage, vissage et/ou collage sur les poutres. Ce support assure la répartition des charges sur les solives et contribue au contreventement de l'ensemble. Le choix d'un platelage dépend des charges à répartir, de l'entraxe des solives, mais aussi du revêtement de sol et de ses exigences (planéité, stabilité, étanchéité…).

© Bernard Legrand

Les panneaux assurent le contreventement horizontal des constructions. Ils sont orientés de telle sorte que leur plus grande longueur soit perpendiculaire aux poutres. Ils doivent reposer au moins sur trois appuis. Les chants des panneaux sont de type rainure et languette, sinon ils doivent être en appui sur leur 4 cotés. Les joints d'extrémités doivent poser sur les solives et être décalés «à coupe de pierre». La largeur d'appui minimum est de 20 mm. Ménagez un jeu de 2 mm entre les panneaux pour absorber leur variation dimensionnelle. Ils sont cloués le long des rives au moins tous les 15 cm et 30 cm sur les appuis intermédiaires. On utilisera des pointes torsadées d'une longueur supérieure à 3,5 fois l'épaisseur du panneau ou de préférence des vis fraisées de longueur supérieure à 2,5 fois l'épaisseur. Pour éviter les reprises d'humidité de la dalle pendant le chantier, placez un cordon de mastic polyuréthane au droit des joints des panneaux.

Tolérances

Les tolérances d'exécution d'une dalle bois sont identiques aux tolérances d'exécution d'une dalle en béton En outre, lorsqu'une règle de 2 m posée en un endroit quelconque, la flèche doit être inférieure ou égale à 5 mm.

9 Parois verticales et plancher d'étage

L'ossature bois est constituée de montants (éléments verticaux) compris entre une traverse basse et une traverse haute (éléments horizontaux). Les assemblages se font le plus souvent par clous. Le contreventement de la structure est fréquemment assuré par des panneaux dérivés du bois. Ceux-ci participent également à l'étanchéité à l'air de la construction. Le côté extérieur reçoit une étanchéité à l'eau et un parement extérieur (souvent avec une lame d'air ventilée) et le côté intérieur, une étanchéité à la vapeur et un parement intérieur de finition. L'isolation thermique et acoustique est placée entre les montants de la structure.

Il existe deux niveaux de finition lorsque l'ossature est préfabriquée à l'atelier : les panneaux dits ouverts constitués de l'ossature (montant, lisse et sablière) recouverte d'un voile de contreventement (OSB, panneaux de particules...) et parfois du parement extérieur. Les panneaux dits fermés intègrent en plus l'isolant et le parement intérieur.

Par ailleurs, certaines parois intérieures ne sont pas porteuses. Elles ne comportent pas de voile travaillant et sont généralement moins épaisses.

Les documents à prendre en compte sont ceux du DTU 31.2 « Bâtiments à ossature bois ».

Parois verticales

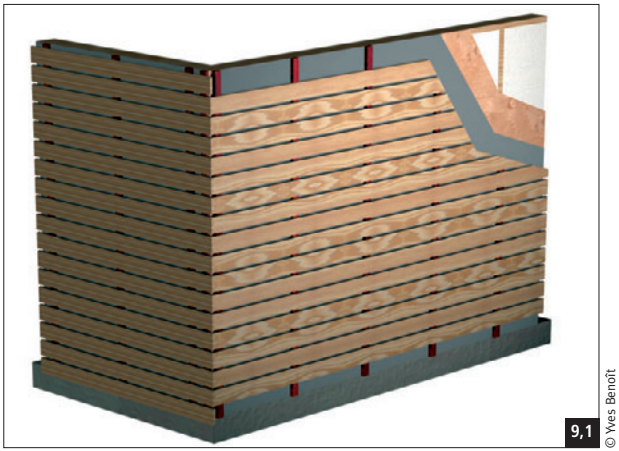
Composition de la paroi

Une paroi de maison à ossature bois comprend de l'intérieur vers l'extérieur, un parement intérieur, un pare-vapeur, une ossature, un isolant, un voile travaillant (ou panneaux de contreventement), un pare-pluie, des tasseaux, une lame d'air et un revêtement extérieur.

Les parois des maisons à ossature bois peuvent être ventilées ou non ventilées.

Parois ventilées

Dans ce type de paroi, une ventilation est ménagée entre parement extérieur et le corps du panneau. La lame d'air permet d'évacuer toute humidité accidentelle. Quelle que soit la mise en œuvre, la lame d'air aura toujours une épaisseur minimale de 1 cm. Les orifices de ventilation d'une paroi ventilée auront une surface minimale de 10 cm^2 par mètre linéaire de panneau. La présence d'une lame d'air est indispensable pour les revêtements de bardage en bois, pour les doublages maçonnés et pour les revêtements plastiques épais appliqués sur un panneau bois, afin d'assurer salubrité et désolidarisation avec la paroi. En revanche, il n'est



© Yves Benoît

Fig. 9,1
Ventilation de murs à cavité fermée, le voile travaillant est à l'extérieur.

pas indispensable d'installer une lame d'air pour les enduits hydrauliques appliqués sur panneau en laine de bois (fibragglo) et les revêtements plastiques épais appliqués sur un doublage isolant extérieur.

Parois non ventilées

Dans ce type de panneau, le parement extérieur est en contact direct avec le voile travaillant ou l'ossature et l'isolant du panneau. Ce type de panneau ne permet pas à la vapeur d'eau résiduelle de s'évacuer vers l'extérieur ; il faudra disposer un pare-vapeur ayant une perméance très faible, inférieure à 1 mg/m².h.mm.Hg, et veiller à sa parfaite continuité. Ce mode de construction présente plus de risques d'humidification de la paroi par rapport aux parois ventilées.

Composition des murs

En règle générale, le mur extérieur comprend successivement de l'intérieur vers l'extérieur les éléments suivants.

Un parement intérieur : le plus souvent une plaque de parement en plâtre, en raison des exigences de sécurité incendie, mais aussi des panneaux dérivés du bois ou une association panneaux dérivés du bois et plaques de parement en plâtre ou encore un lambris.

Une barrière pare-vapeur : la solution la plus fiable consiste à utiliser une feuille de polyéthylène (épaisseur supérieure ou égale à 100 µm) assurant le recouvrement complet de la face intérieure de l'ossature avec recouvrement des angles avec les pare-vapeur des éléments voisins (plancher, plafond).

Une ossature bois : constituée de montants et traverses en bois massifs, disposés au maximum à 625 mm d'entraxe.

Un isolant : constitué d'un isolant en plaque ou en rouleau semi-rigide ou rigide, découpé à la largeur et la hauteur des cavités de l'ossature avec une surcôte de 5 mm.

Un voile travaillant : selon la nature des revêtements protecteurs extérieurs ou intérieurs du mur, le voile travaillant sera placé indifféremment du côté intérieur ou extérieur à l'ossature. Il peut y avoir deux voiles travaillants (côté intérieur et côté extérieur). Le voile travaillant participe activement à la stabilité de l'ouvrage. Il est constitué d'un panneau dérivé du bois travaillant en milieu humide, ou de pièces de bois ou métal disposé entre les montants (guettes).

Un pare-pluie : bien que parfois laissé à l'appréciation du concepteur, en fonction de la nature du revêtement extérieur, la présence d'un pare-pluie est un élément important pour la salubrité d'une maison et son emploi devrait être généralisé.

Les différents composants sont décrits dans la première partie du livre et leur mise en œuvre dans les sections « Menuiseries extérieures », « Protection des murs », « Revêtement intérieur » et « Étanchéité à l'air du bâtiment ».

Types de panneaux les plus employés

Les panneaux avec un niveau élevé d'industrialisation seront « fermés » (ossature + parement extérieur et

© CRUARD

Fig. 9,2
Les panneaux semi-fermés avec un voile travaillant extérieur et ventilé représentent la grande majorité des productions.

intérieur + isolant). Cependant la grande majorité de la production sont des panneaux « semi fermés » (ossature + voile travaillant), car l'assemblage sur le chantier est nettement plus facile.

Paroi avec un voile travaillant extérieur et ventilée

Ce principe est très largement utilisé pour les habitations. L'exemple suivant permet une isolation supérieure à la réglementation (120 mm au lieu de 100 mm) pour la plupart des zones habitables françaises.

La figure 9,3 représente les éléments suivants :

1) plaque de plâtre 13 mm,
2) pare-vapeur,
3) ossature 45/120 mm,
4) laine minérale 120 mm,
5) panneau d'OSB 3 de 8 mm, voile travaillant,
6) pare-pluie,
7) liteaux 46/27 mm,
8) bardage bois ou autre revêtement.

Fig. 9,3
Composition de l'intérieur vers l'extérieur.

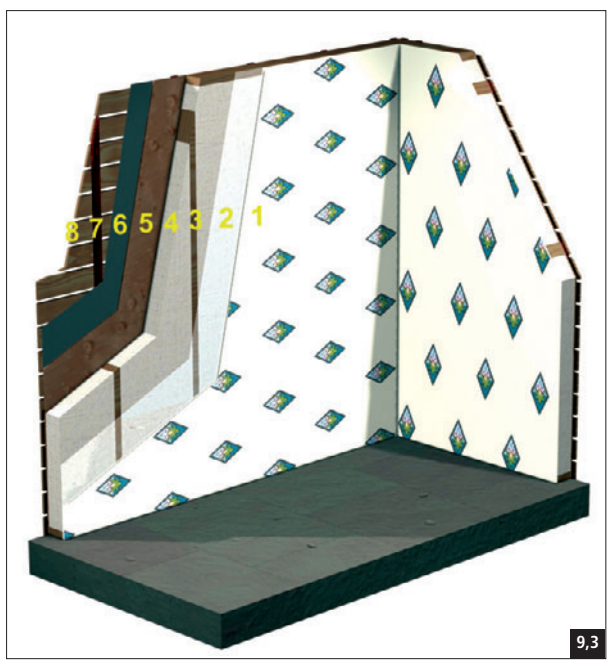
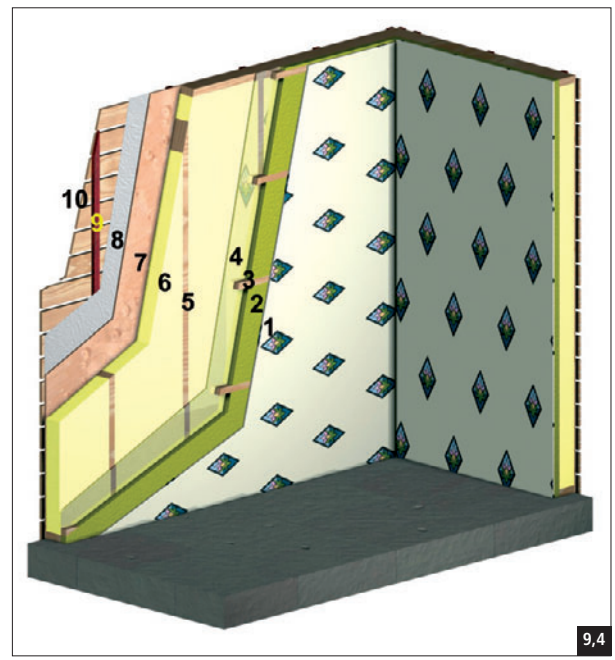


Fig. 9,4
Composition de l'intérieur vers l'extérieur.

Cette deuxième variante a une deuxième couche d'isolant sur le pare-vapeur qui facilite le passage des gaines.

La figure 9,4 comprend les éléments suivants :

1) plaque de plâtre 13 mm,
2) Isolant de 40 mm,
3) tasseaux 40 x 40,
4) pare-vapeur,
5) ossature 45/120 mm,
6) laine minérale 120 mm,
7) panneau d'OSB 3de 8 mm, voile travaillant,
8) pare-pluie,
9) liteaux 46/27 mm,
10) bardage bois ou autre revêtement.



Paroi avec un voile travaillant intérieur et ventilée

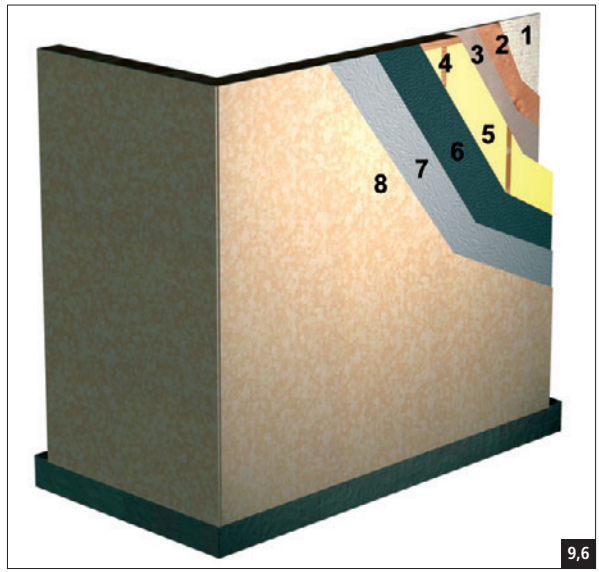
Cette solution est plus économique, car le panneau de contreventement sert de parement intérieur. Ce principe est principalement utilisé en habitat de loisir ou pour les murs de certains bâtiments industriels ou

commerciaux, car l'étanchéité à l'air de la construction est nettement moins bonne qu'avec un mur à cavité fermée et le comportement au feu est moins performant, car le voile travaillant est plus rapidement exposé au feu provenant de l'intérieur du bâtiment.
La figure 9,5 comprend les éléments suivants :
1) panneau d'OSB 3 ou CTBX de 16 mm (pour une stabilité au feu d'1/4 heure)
2) pare-vapeur,
3) ossature 45/120 mm,
4) laine minérale 120 mm,
5) pare-pluie,
6) liteaux 45/25 mm,
7) bardage bois ou autre.

© Yves Benoît

Paroi avec un voile travaillant intérieur et non ventilée

Dans ce type de panneau, le parement extérieur est en contact direct avec l'ossature et l'isolant du panneau. Le voile travaillant est en panneaux dérivés du bois utilisable en milieu sec, car il est devant le pare-vapeur.



© Yves Benoît

Fig. 9,5
Composition de l'intérieur vers l'extérieur.

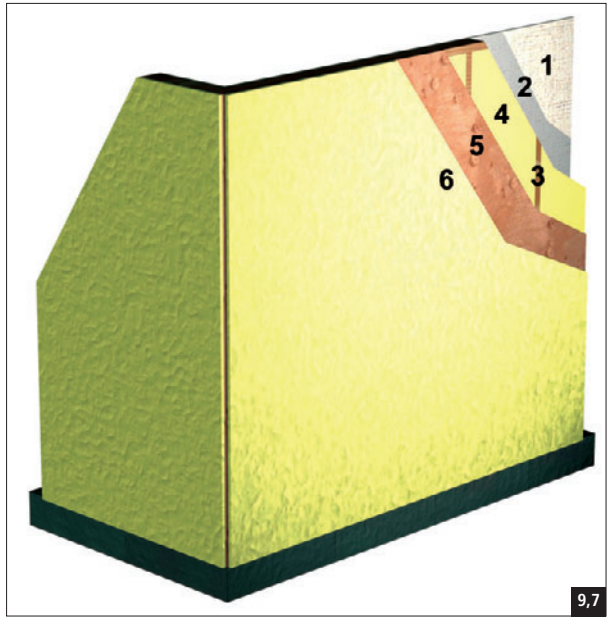
Fig. 9,6
Composition de l'intérieur vers l'extérieur.

La figure 9,6 comprend les éléments suivants :
1) plaque de plâtre 13 mm ou lambris,
2) panneau d'OSB de 16 mm, voile travaillant,
3) pare-vapeur,
4) ossature 45/120 mm,
5) laine minérale 120 mm,
6) pare-pluie,
7) grillage métallique ou panneau en laine de bois (fibragglo) support d'enduit,
8) enduit hydraulique.

Paroi avec un voile travaillant extérieur supportant un doublage extérieur avec un enduit et non ventilée

Dans ce type de panneau, le revêtement constitué du doublage isolant et du revêtement plastique épais est directement fixé sur le support qui assure aussi la fonction de contreventement. Ce mode de construction présente plus de risque. Il n'est pas visé par le DTU 31.2 et doit être couvert par un avis technique. Le pare-vapeur doit être au moins trois fois plus étanche que le revêtement extérieur.

La figure 9,7 comprend les éléments suivants :
1) plaque de plâtre 13 mm ou lambris,
2) pare-vapeur,
3) ossature 45/120 mm,
4) laine minérale 120 mm,
5) voile travaillant en panneau OSB 4 ou contreplaqué CTB-X de 10 mm,
6) doublage isolant extérieur et revêtement plastique épais.



© Yves Benoît

Fig. 9,7
Composition de l'intérieur vers l'extérieur.

Propriété des matériaux bois

Les essences de bois les plus souvent utilisées sont des résineux (épicéa, sapin, douglas, pin) avec un classement structure C18 (ST3) ou C24 (ST2). Les bois doivent avoir un taux d'humidité voisin de 15 % avec un maximum admis de 20 %.

La structure correspond à une classe d'emploi 2 (risque d'insectes mais risque de champignons lors de la mise en œuvre), car elle est toujours protégée du côté extérieur par le parement. Attention, dans le cas d'un traitement de préservation, sa continuité doit être préservée en badigeonnant les coupes des bois effectuées sur le chantier.

Dimensionnement de l'ossature

Les charges supportées par les murs comprennent :
- Actions verticales descendantes résultant de leur poids propre, du poids propre de la toiture et des planchers, des surcharges d'exploitation, et des surcharges climatiques.
- Actions verticales ascendantes résultant des efforts de soulèvement au vent.
- Actions horizontales dans le plan de l'ossature résultant des effets du vent sur la toiture et les murs extérieurs.
- Actions horizontales perpendiculaires au plan de l'ossature résultant des effets du vent et des effets éventuels de chocs de corps de grandes dimensions transmis à l'ossature par l'intermédiaire des parois.

La norme expérimentale NF P 21-102 « Éléments de murs en bois de structure » permet de calculer suivant les règles CB71 les efforts admissibles en tête des parois des constructions. Lors de l'application des Eurocodes 5, un guide d'application de ces règles définira la démarche à suivre pour dimensionner les bâtiments à ossature bois.

Les sections courantes (bois raboté) sont de 36 x 95, 45 x 95 mm ; 45 x 120 mm et 45 x 145 mm. Les bois en 36 mm d'épaisseur nécessitent d'être doublés au droit des joints de panneaux de contreventement afin de respecter les règles d'appuis pour le clouage (20 mm d'appuis en rive).

Les entraxes courants des montants sont 0,60 m et 0,40 m. Ces écartements offrent un support de clouage car ils sont des multiples des largeurs des panneaux (OSB, panneaux de particules, plaques de plâtre...). Les entraxes de 0,60 m favorisent une meilleure isola-

tion acoustique et phonique, du fait de la plus faible proportion de ponts au droit des montants, alors que les entraxes à 0,40 m permettent de reprendre des charges verticales supérieures.

Assemblages de l'ossature

Les éléments d'ossature sont assemblés par des pointes torsadées galvanisées ou électro-zinguées. Elles doivent être enfoncées d'au moins 45 mm dans le dernier élément assemblé, et avoir un diamètre d'au moins 3 mm.

Lisse basse et haute

Lorsque la traverse basse et la lisse basse sont deux pièces distinctes, la traverse du panneau est clouée et/ou vissée sur la lisse. L'espacement des fixations ne devra pas excéder :

- 1 m, s'il s'agit de tire-fonds, boulons, ou chevilles à expansion,
- 0,30 m, s'il s'agit de pointes lardées.

Dans les zones fortement ventées, il est nécessaire de renforcer l'ancrage des éléments de murs par des équerres boulonnées reprenant les efforts de soulèvement dans la dalle, et les murs d'étages doivent être solidarisés aux niveaux inférieurs par des platines métalliques fixées aux montants de l'étage inférieur ou des tiges filetées.

© Leduc SA

© CNDB

En partie haute des éléments de murs, une sablière (appelée lisse de chaînage) assure la liaison entre les panneaux de murs et les refends. Elle répartit les charges de plancher et charpente entre les montants. Au droit des intersections entre parois, les sablières sont croisées. Chaque composant de lisse de chaînage doit déborder d'au moins 0,60 m sur les éléments de structure de mur adjacents et porter sur au moins deux montants de part et d'autre d'un élément.

Figure 9,8
Ces équerres permettent de reprendre les efforts de soulèvement provenant des murs

Figure 9,9
La sablière assure la liaison entre le mur et le plancher.

Cette méthode d'assemblage assure la rigidité de l'ossature et permet de disposer les solives de planchers et les éléments de charpente légère (fermettes) sans tenir compte de la position des montants verticaux. La fixation de la sablière s'effectue par pointes en quinconce espacées de 0,30 m au maximum.

Liaisons entre les parois

La principale méthode de raccordement entre les parois consiste à rapporter des montants supplémentaires pour créer des zones d'assemblage (clouage, vissage…). Attention, les zones ménagées par ces montants doivent comporter un isolant pour éviter les ponts thermiques.

Par ailleurs, lorsque les cloisons de distribution intérieures ne sont pas porteuses, leurs dimensions et

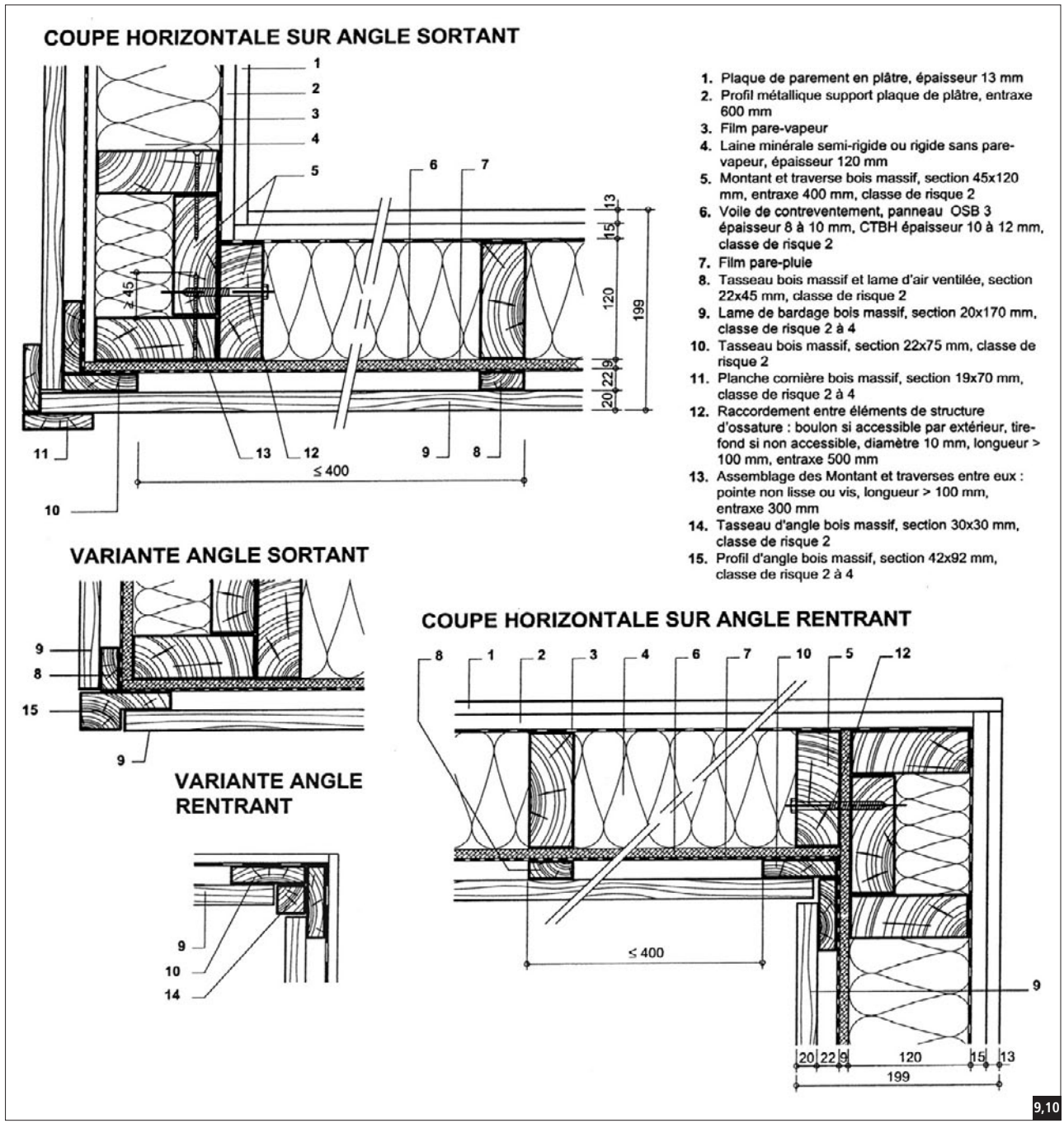
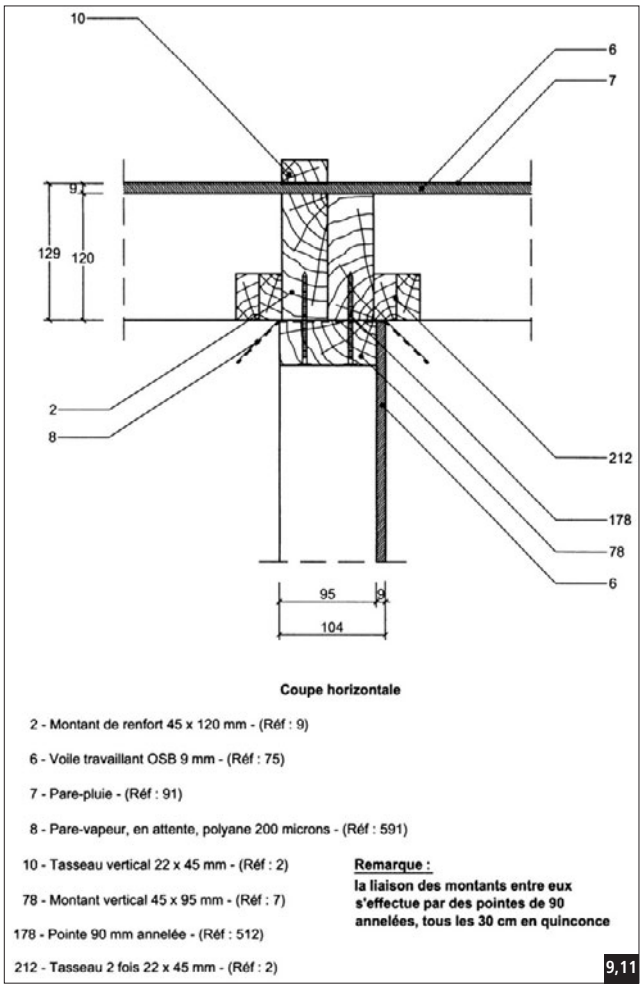


Fig. 9,10
Raccordement des angles sortants et rentrants.



Coupe horizontale

2 - Montant de renfort 45 x 120 mm - (Réf : 9)

6 - Voile travaillant OSB 9 mm - (Réf : 75)

7 - Pare-pluie - (Réf : 91)

8 - Pare-vapeur, en attente, polyane 200 microns - (Réf : 591)

10 - Tasseau vertical 22 x 45 mm - (Réf : 2)

78 - Montant vertical 45 x 95 mm - (Réf : 7)

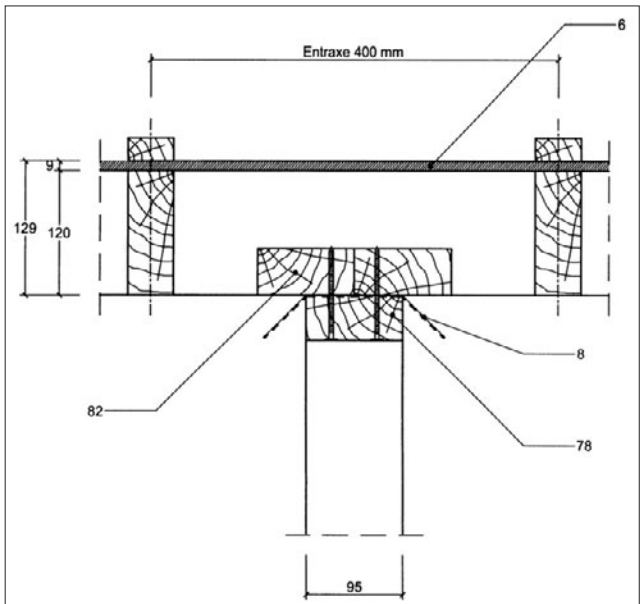
178 - Pointe 90 mm annelée - (Réf : 512)

212 - Tasseau 2 fois 22 x 45 mm - (Réf : 2)

Remarque :
la liaison des montants entre eux s'effectue par des pointes de 90 annelées, tous les 30 cm en quinconce

9,11

© CNDB



Coupe horizontale

2 - Montant de renfort 45 x 120 mm - (Réf : 9)

6 - Voile travaillant OSB 9 mm - (Réf : 75)

7 - Pare pluie - (Réf : 91)

8 - Pare-vapeur, en attente, polyane 200 microns - (Réf : 591)

10 - Tasseau vertical 22 x 45 mm - (Réf : 2)

11 - Tasseau horizontal 22 x 45 mm - (Réf : 2)

78 - Montant vertical 45 x 95 mm - (Réf : 7)

178 - Pointe 90 mm annelée - (Réf : 512)

212 - Tasseau 2 fois 22 x 45 mm - (Réf : 2)

Remarque :
la liaison des montants entre eux s'effectue par des pointes de 90 annelées, tous les 30 cm en quinconce

9,12

© CNDB

Fig. 9,11
Raccordement de mur de refend.

Fig. 9,12
Raccordement des cloisons.

leur système de mise en œuvre permettent de tolérer les déformations admissibles, sans transfert des efforts. Les montants verticaux de jonctions sont fixés entre eux en trois points au minimum sur une hauteur d'étage par tire-fond ou boulons d'un diamètre ≥ 6 mm ou par des pointes lardées de part et d'autre sur toute la hauteur des montants sur un espacement ≤ 0,30 m.
Ces fixations doivent maintenir l'affleurement et le serrage des éléments de structure.

Contreventements murs

On désigne par le terme de contreventement la fonction mécanique qui assure à l'édifice résistance et rigidité vis-à-vis de la pression du vent sur des parois verticales ou obliques.

Par opposition aux forces de pesanteur qui ne s'exercent que selon un seul axe vertical, les forces que doit reprendre le contreventement peuvent s'exercer selon n'importe quelle direction et souvent simultanément selon des directions différentes en divers points de l'ouvrage. La fonction de contreventement

doit transformer l'ouvrage en un volume rigide et suffisamment résistant dans toutes les directions. Les dispositifs de contreventement sont organisés selon trois directions de plans distinctes : l'une horizontale ou oblique, le plancher et/ou la couverture, les deux autres selon deux plans verticaux, les murs.
L'indéformabilité des murs est obtenue soit par des écharpes disposées en diagonale, croix de Saint André, soit plus couramment par un voile travaillant cloué sur l'ossature en panneaux à base de bois de type OSB, contreplaqués ou particules, ou autre panneau travaillant ou bénéficiant d'un avis technique.
Les cloisons de distribution peuvent être porteuses ou non. Comme les toitures et planchers, elles peuvent participer au contreventement des ossatures auxquelles elles sont directement reliées. Dans le cas de cloisons porteuses (refends porteurs), leur ossature propre doit supporter les charges appliquées et transmettre les efforts sans déformation.

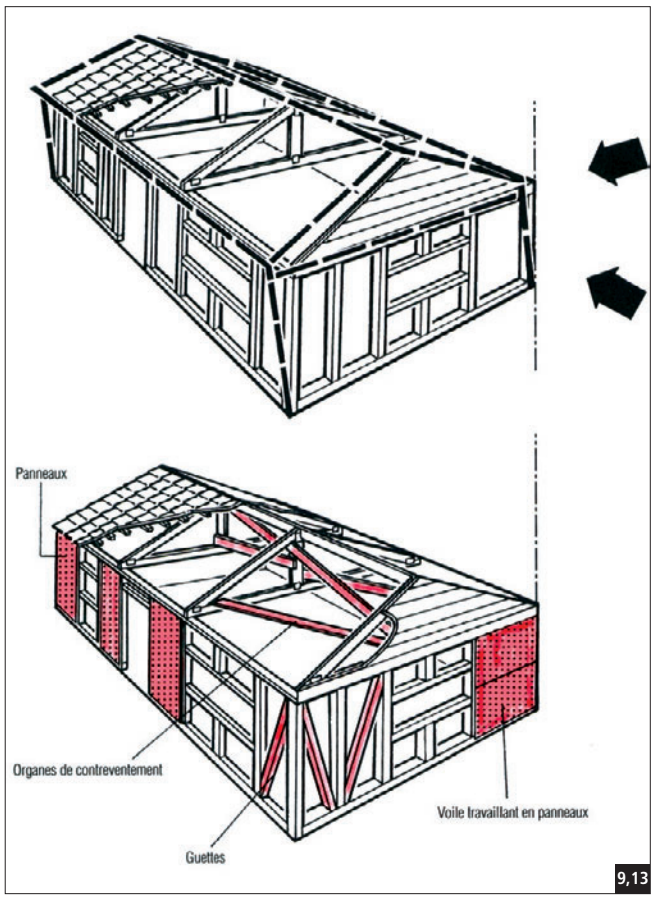


Fig. 9,13
Les voiles travaillant en panneaux, guettes et autres organes assurent le contreventement du bâtiment.

Contreventement par panneaux

La méthode la plus pratiquée consiste à utiliser des panneaux dérivés du bois pour assurer l'indéformabilité de l'ossature murale dans son plan. Leur épaisseur dépend du type de panneau. Elle est précisée dans le tableau ci-dessous. Ces panneaux peuvent être disposés indistinctement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'ossature. Ils sont le plus souvent mis à l'extérieur pour faciliter la fixation des revêtements de façade et renforcer l'étanchéité à l'air. Les panneaux les plus largement utilisés sont les panneaux OSB. Les panneaux bois-ciment ou gypse cellulose peuvent également être admis comme participant au contreventement (panneaux relevant d'une procédure d'avis technique ou d'agrément technique européen). Les plaques de plâtre ne sont pas prises en compte dans le contreventement.

Panneaux dérivés du bois employés en contreventement (tab.9,1)

TYPE DE PANNEAUX	ÉPAISSEUR MINIMALE
Contreplaqués EN 636/3 (CTB X)	7 mm
Lamelles longues minces et orientées EN 300/OSB 3 ou 4	8 mm
Particules EN 312/P5 (CTB H)	10 mm

La fixation des panneaux est réalisée par des pointes, des agrafes ou des vis galvanisées ou électrozinguées de longueur 50 mm. L'enfoncement des pointes et agrafes dans le bois doit être supérieur à 35 mm et il ne doit pas y avoir compostage du panneau. L'enfoncement des vis dans le bois doit être supérieur à 25 mm. Elles sont espacées au maximum de 150 mm sur les bords et de 300 mm sur les montants et traver-

ses intermédiaires. Elles forment une « couture » sur les 4 côtés du panneau. Pour la jonction de panneaux de contreventement sur les ossatures, il faut, soit utiliser une épaisseur d'ossature supérieure ou égale à 45 mm, soit doubler les montants.

Stabilité des murs de maisons individuelles ou en bande à deux niveaux

Pour chaque projet de construction, l'entrepreneur doit justifier de la stabilité de l'ouvrage. Les bâtiments qui respectent les points suivants sont réputés stables et ne nécessitent pas de justification (cf. DTU 31.2).

Les maisons individuelles ou en bande à deux niveaux habitables au plus qui répondent aux conditions ci-dessous :

1. Chaque façade extérieure doit comporter au minimum 4,8 m de partie pleine constituée d'éléments de voile travaillant (cf. point 4 ci-dessous) dont la largeur est ≥ 1,20 m et la hauteur ≤ 2,6 m. La distance entre deux murs parallèles résistant à des efforts horizontaux dans leur plan est ≤ à 9 m.

2. Le plancher intermédiaire en panneaux ne comporte pas de percements autres que celui nécessité par la trémie d'escalier ou le passage des gaines.

3. L'espacement des montants est ≤ à 0,60 m.

4. L'un des parements des parties opaques des parois verticales est constitué par des voiles travaillants :

– panneaux contreplaqués conformes à la norme NF EN 636/3, d'épaisseur ≥ 7 mm,

– panneaux OSB 3 ou 4 conformes à la norme NF EN 300/OSB 300, d'épaisseur ≥ 8 mm,

– panneaux de particules conformes à la norme NF EN 312/P5, d'épaisseur ≥ 10 mm.

Fixé sur la structure porteuse par des pointes, agrafes ou vis d'un diamètre minimal de 1,8 mm. l'enfoncement dans le bois sous-jacent sera d'au moins 35 mm. Le compostage de la face du panneau par la fixation doit être évité. Les fixations horizontales et verticales sur les montants et traverses périphériques du cadre doivent être espacées au maximum de 0,15 m. L'espacement maximal sera porté à 0,30 m sur les montants et les traverses intermédiaires du cadre ;

5. Les bois d'ossatures sont de classes mécaniques minimales C18 pour les résineux, et D30 pour les feuillus.

6. Le parement intérieur assure une protection du voile travaillant, dans les conditions spécifiées au chapitre 6 du DTU Bois-Feu 88.

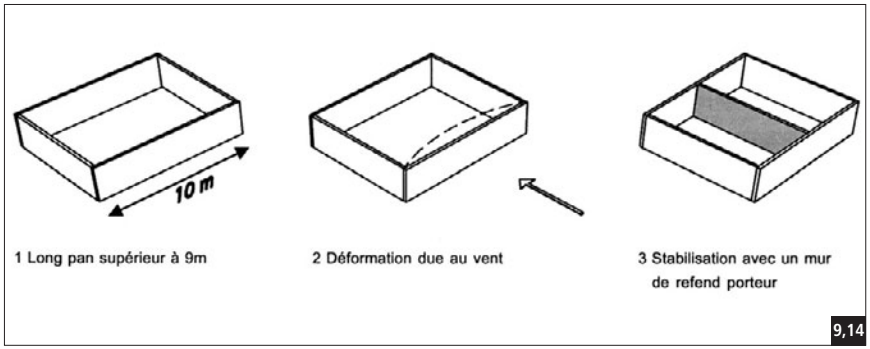
Les conditions ci-dessus sont acceptables pour les bâtiments (dans l'attente de zones de vent définies par l'Eurocode 1) édifiés en :

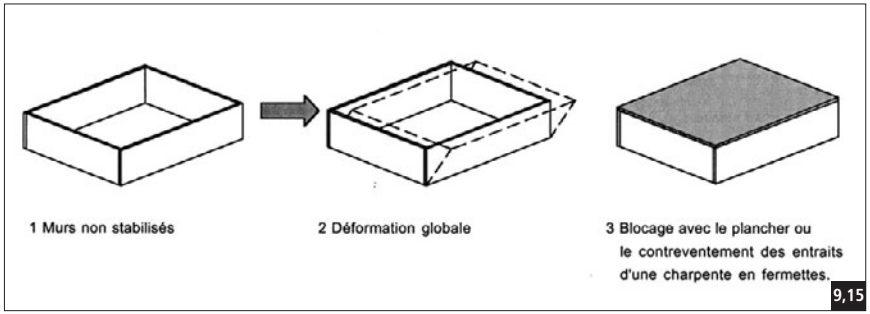
- région I site normal
- région I site exposé
- région II site normal.

Elles ne s'appliquent pas à des bâtiments édifiés en région II site exposé ou région III (cf. pour le vent le DTU Règles NV 65).

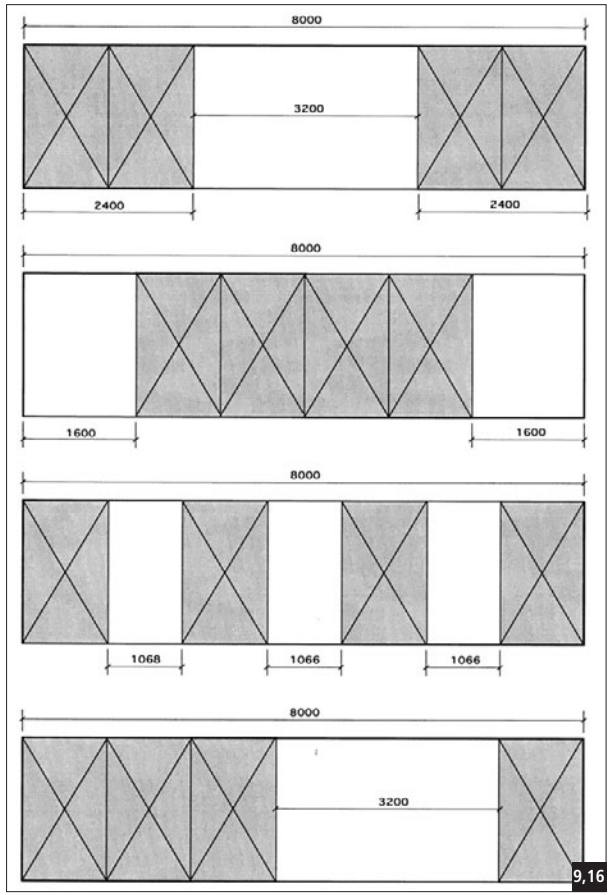
Fig. 9,14
Un mur de refend est nécessaire lorsque la longueur de la façade est supérieure à 9m.

Fig. 9,15
Le plancher stabilise les murs et empêche les déformations globales provoquées par le vent et les fortes charges de neige sur le toit, si les trémies restes faibles.



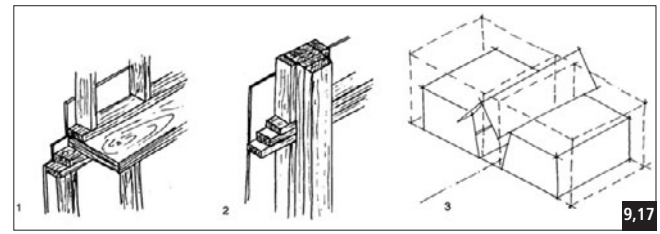


Pour la justification de stabilité des bâtiments qui ne répondent pas à la définition ci-dessus, on peut utiliser la méthode de calcul proposée par le guide AQCEN Application de l'Eurocode 5 pour les constructions à ossature bois.
La justification de la stabilité peut être apportée aussi par d'autres considérations telles que la comparaison de l'ouvrage proposé à des ouvrages cités par des auteurs notoirement connus ou par comparaison à des ouvrages existants réalisés depuis quinze ans au moins et dont la bonne tenue peut être prouvée. Lorsqu'il y a des trémies importantes, la paroi a une hauteur libre supérieure à un étage. Elle doit être renforcée par une poutre au vent ou un poteau lamellé-collé. Une autre méthode, la hauteur libre est réalisée par la jonction de deux volumes autostables.



9,16 © CNDB

Fig. 9,16
Exemples d'ouvertures dans les murs porteurs.



9,17 © CNDB

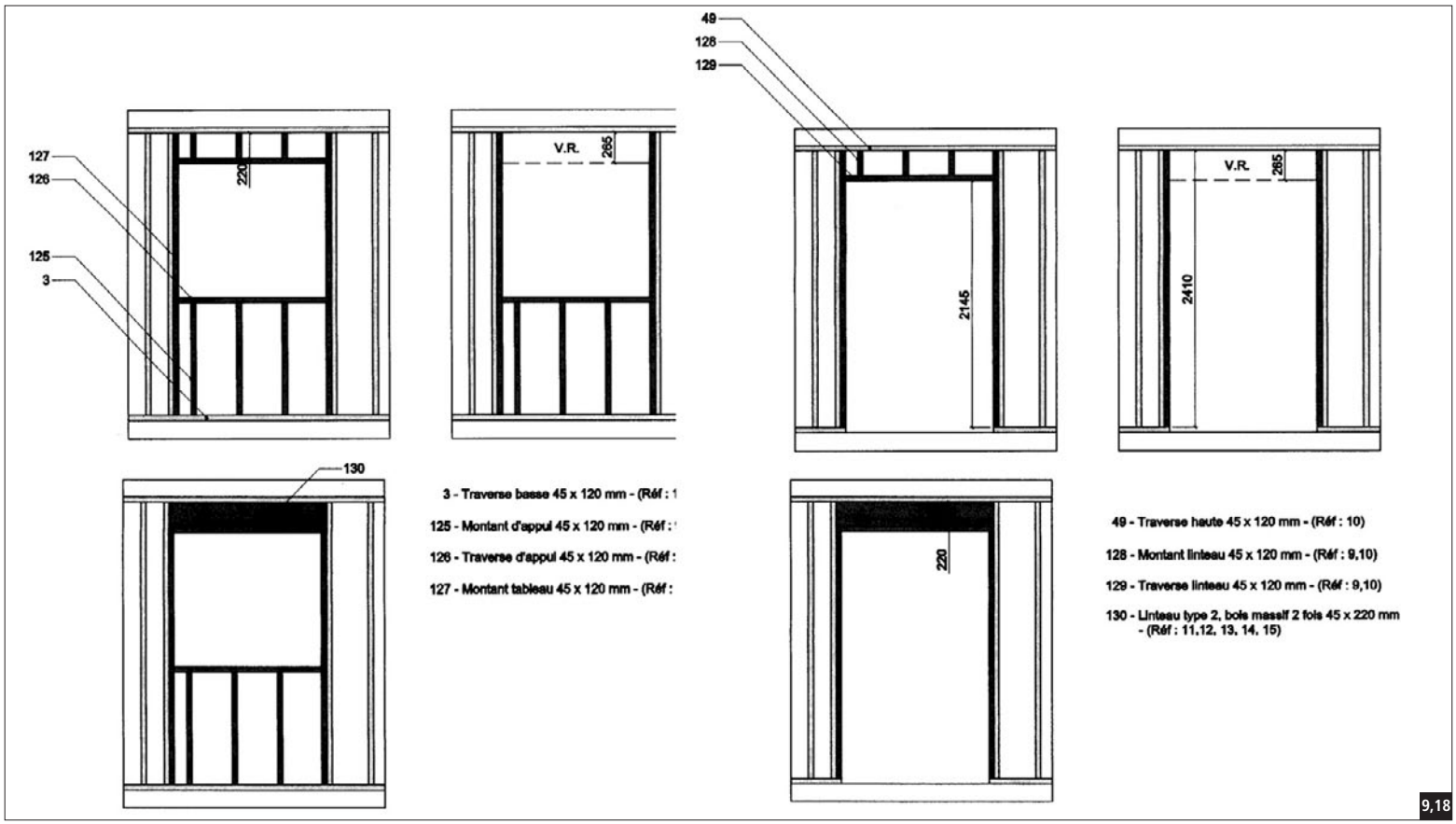
Fig. 9,17
Les trémies importantes provoquent des hauteurs libres généralement supérieures à 2,60 m. Elles doivent être renforcées.
(1) Poutre au vent,
(2) Poteau lamellé-collé,
(3) Jonction de deux volumes auto stables.

Contreventement par triangulation (solution peu courante)

Cette solution est moins répandue. Une écharpe disposée à un angle d'environ 45°, est encastrée ou est insérée entre les poteaux de la paroi. Cette écharpe doit s'étendre de la lisse à la sablière et entrecouper au moins trois poteaux. On utilise également des feuillards en acier galvanisé (3 x 40 mm) pour contreventer les murs.

Baies

Les ouvertures des baies dans un mur ne doivent pas affaiblir la reprise des descentes de charges. L'ossature des baies est constituée au minimum par des éléments de rive et un linteau. Les extrémités du linteau sont soutenues par des montants doublés de chaque côté de la baie. L'ossature des baies est porteuse et, avec l'aide des éléments adjacents, assure la descente de charges verticales, équivalente à celle des autres éléments d'ossature. La rigidité des linteaux (L/500) doit être suffisante pour que les menuiseries, en aucun cas, ne soient mises en charge. La résistance au soulèvement des baies est assurée par des ancrages aux assises. Lorsque l'ouverture est pratiquée dans un mur non porteur ou dans un mur porteur ayant un linteau continu, il n'est pas nécessaire de doubler les montants. Par ailleurs, la lisse basse est interrompue au droit de la porte.



9,18 © CNDB

Éléments de renfort

Les poteaux d'une hauteur supérieure à une hauteur d'étage pour créer des mezzanines ou recevant des charges élevées (maison à deux ou plusieurs niveaux) peuvent être soumis à des contraintes de compression avec risque de flambement. Pour diminuer ces contraintes on peut soit augmenter la section des poteaux, soit ajouter un ou deux poteaux, soit réduire l'élancement du poteau par l'interposition d'étrésillons dans l'ossature. Ces étrésillons permettent aussi de fixer les panneaux lorsque les montants dépassent 2,50 m. Par ailleurs, lorsqu'il faut accrocher des éléments lourds dans la paroi

9,19 © Photothèque ISOROY

Fig. 9,18
Mise en œuvre des ouvertures dans la paroi.

Fig. 9,19
La déformation des linteaux doit être limitée à L/500 et les menuiseries ne doivent pas reprendre de charge.

(meubles de cuisines, appareils sanitaires suspendus...), on insère des fonds de clouage.

Percements et entailles

Pour ne pas affaiblir les éléments porteurs, les entailles permettant le passage des gaines et tuyaux (eaux, chauffage, électricité...) ne doivent pas être trop importantes. Lorsque le montant est porteur, la partie intacte du montant doit rester supérieure aux deux tiers de sa largeur. Le cas contraire il faut renforcer les parties affaiblies par des renforts métalliques.

© Leduc SA

Fig. 9,20
Ces étrésillons diminuent le risque de flambement et permettent l'agrafage des panneaux lorsque la longueur des montants est supérieure à 2,50 m ou l'accrochage d'éléments lourds (meubles de cuisines, appareils sanitaires suspendus...) dans la paroi.

© Photothèque ISOROY

Fig. 9,21
La descente de charges concentrées importantes (poutres, pannes, entraits de ferme...) est assurée par le rajout de plusieurs poteaux.

Canalisations

La mise en œuvre des canalisations nécessite les précautions suivantes :

- N'encastrez jamais les tuyaux de gaz et les tuyaux d'eau risquant de geler.
- Si des condensations abondantes sont susceptibles de se produire sur les conduites (arrivée d'eau froide sur un évier ou une baignoire) dans une ossature non ventilée, la partie de canalisation située à l'intérieur d'une cloison ou d'un mur sera gainée.
- L'alimentation en eau s'effectue au travers des planchers et les raccords des canalisations restent accessibles.
- La partie intégrée dans le mur doit être d'une seule pièce sans raccord.

Tolérances des parois

Hauteur d'un panneau : +/- 3 mm
Largeur d'un panneau : +/- 3 mm
Epaisseur d'un panneau : +/- 2 mm
Diagonale d'un panneau : différence de longueur entre deux diagonales inférieures ou égales à 0,15 %.
Faux équerrage d'un panneau : inférieur ou égale à 1 mm par mètre.
Planéité : flèche inférieure ou égale à 5 mm sous une règle de deux mètres.
Verticalité : 5 mm sur une hauteur d'étage
Désaffleur entre panneau : inférieur ou égale à 3 mm (1 mm si le revêtement est adhérent).
Longueur, largeur et faux équerrage de la façade du bâtiment : +/- 10 mm sur 10 m.

Plancher d'étage

Le plancher d'étage répond aux même exigences que le plancher d'une dalle concernant les charges reprises, le dimensionnement, les renforts sous charge lourde, les portes à faux, les fermetures des abouts, les équipements techniques, le contreventement et les tolérances.
Il ne comporte pas généralement d'isolant et de pare-vapeur, excepté s'il sépare un local chauffé et un local non chauffé (chambre au-dessus d'un garage par exemple), et si l'on recherche un confort acoustique supérieur.

Le plancher est toujours à l'abri de l'humidité contrairement à certaines parties de la dalle bois. Les bois doivent présenter une durabilité naturelle ou conférée correspondant à la classe 2.
De nombreux systèmes assemblage sont similaires au plancher de la dalle (appuis sur la lisse et sur poutre intermédiaire, entretoises...). Le mur est fixé de la même manière que sur la dalle. Attention, les efforts provoqués par le vent sont plus importants lorsque l'on s'éloigne du sol. Par ailleurs, la jonction entre le plancher et les murs extérieurs doit offrir une bonne étanchéité à la vapeur.

© CNDB

Les planchers d'étage peuvent reposer sur une structure poteau-poutre lorsque la surface des pièces du rez-de-chaussée est importante. Les planchers sont supportés par des poutres qui sont elles-mêmes supportées par des poteaux. Ces poteaux transfèrent l'ensemble des charges aux fondations.

© CNDB

© Cruard

Par ailleurs les planchers d'étage participent efficacement au contreventement du bâtiment à condition que les trémies restent faibles (escalier, passage de gaines...). Les trémies importantes, pour des mezzanines par exemple, doivent être renforcées pour que les efforts horizontaux soient repris.

Trémies

Les solives d'enchevêtrures de faible épaisseur (50 ou 75 mm) et les chevêtres sont doublés lorsque leur portée est supérieure à 1 m. Les chevêtres de plus de 1,80 m de longueur sont supportées aux extrémités par des étriers. Vérifiez les contraintes de cisaillement aux fixations. Les chevêtres de plus de 3,60 m doivent trouver appui sur des murs ou des poutres.

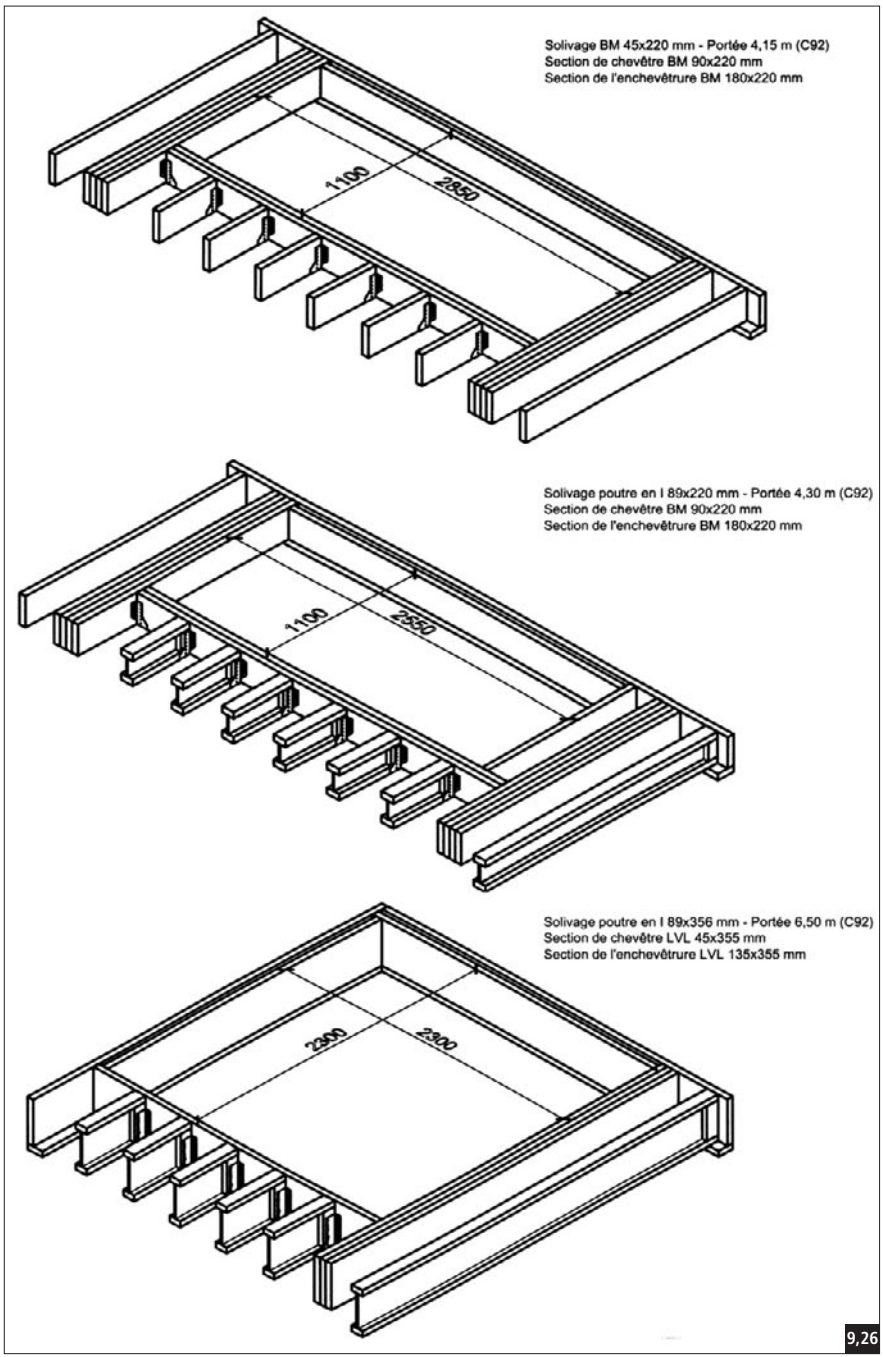
© CNDB

Fig. 9,22
La mise en œuvre des entre-toises d'un plancher d'étage est semblable à celle d'une dalle.

Fig. 9,23
Le principe de fixation du mur sur le plancher d'étage est identique à celui de la dalle, que cela soit sur une sablière de mur extérieur ou de mur de refend.

Fig. 9,24
Dans de nombreuses constructions, la mise en place de poutres et de poteaux est nécessaire.

Fig. 9,25
Trémie d'escalier.



9,26 © CNDB

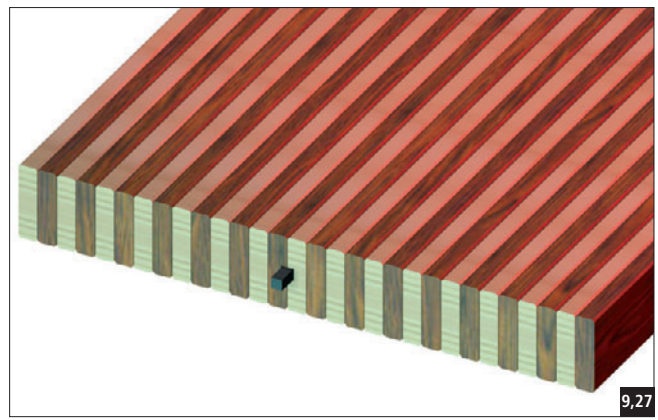
Attention, Les trémies de grandes dimensions peuvent modifier la rigidité horizontale du plancher et donc son rôle de contreventement pour les murs.

Planchers en bois lamellés-cloués

Les planchers en bois lamellés-cloués sont composés de planches de second choix provenant de bois de pays disponibles en grande quantité. Ces planches sont posées sur chant et jointives. L'assemblage peut être réalisé par clouage ou éventuellement par collage.
Ce mode de construction est peu répandu. Il apporte de nombreux avantages. Ces planchers ne sont pas déformables dans leur plan, ils participent au contreventement des murs. La massivité du bois et ses caractéristiques thermo-hygrométriques apportent une bonne réponse au confort thermique d'été et au traitement acoustique du local.

La sous-face du plancher est généralement finie et ne nécessite pas la réalisation d'un plafond complémentaire. On peut aisément réaliser des porte-à-faux dans le sens de portée des planches. Par ailleurs, les planchers en bois massif se prêtent bien à la réalisation de planchers mixtes bois et béton.

Mais il sera nécessaire de prendre un maximum de précaution lors de la mise en œuvre d'un tel plancher,


9,27 © Yves Benoît

car sa constitution implique une très forte sensibilité aux reprises d'humidité, qui entraîne des variations dimensionnelles sensibles et souvent non compatibles avec le support. Lors du montage, il est donc primordial d'éviter les expositions temporaires ou continues aux intempéries ou aux ambiances fortement humides. L'idéal est de poser ce plancher lorsque la construction est hors d'eau et hors d'air.

Les essences de bois les plus utilisées sont les résineux classés C18. Les taux d'humidité doivent être proches de ceux en usage, en général 12 à 15 % pour un plancher séparatif d'habitation. Pour limiter l'effet des variations dimensionnelles, appliquez les précautions suivantes :

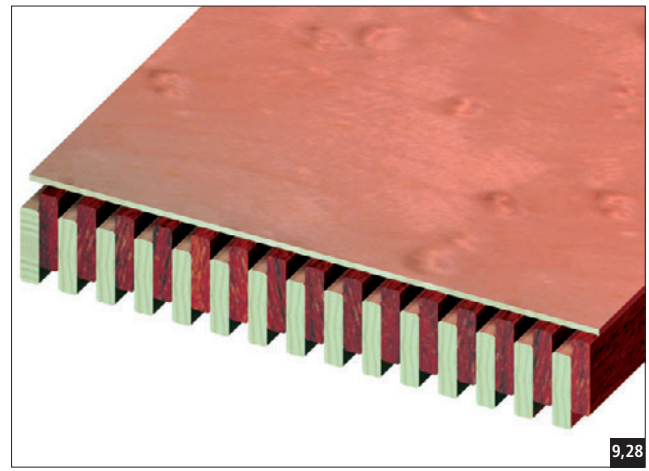
- un joint masqué (par une moulure par exemple) ou marqué par un chanfrein, tous les 1,20 m (parallèlement aux rives) avec fausses languettes, notamment lorsque les panneaux sont préfabriqués,
- une dilation avec calfeutrement par une plinthe sur les rives parallèles au sens de portée des planchers,
- une finition pour freiner les échanges d'humidité.

Les planchers ne sont généralement pas exposés à l'eau. Les bois doivent présenter une durabilité naturelle ou conférée correspondant à la classe d'emploi 2.

La hauteur des planches dépend de la portée et des charges du plancher, des exigences en matière de feu et des exigences en matière d'acoustique. Les dimensions courantes sont les suivantes :

- Épaisseur des lames : 24 à 45 mm
- Épaisseur du plancher : 120 à 220 mm
- Portée usuelle : 5 à 8 m
- Largeur : 1,20 m pour des produits préfabriqués.

Proportions : épaisseur = Distance entre appuis / 35
Les clous sont disposés en quinconce. Leur nombre et leur section dépendent des charges à reprendre. Ils doivent avoir une longueur au moins égale à 2,5 fois l'épaisseur des planches.



© Yves Benoît

Fig. 9,26
Exemple de dimensionnement de trémie d'escalier pour un bâtiment d'habitation.

Fig. 9,27
Un joint marqué par des chanfrein avec fausse languette permet de s'affranchir des variations dimensionnelles.

Fig. 9,28
Les planches en quinconces augmentent la rigidité du plancher et permettent le passage de gaines.

Les chants de lames en bois massifs peuvent rester apparents sur leur face supérieure. Poncés, ils jouent le rôle d'un parquet. Si un revêtement de sol est rapporté, il nécessite un support généralement en panneaux dérivés du bois. L'isolation phonique sera augmentée par une couche résiliente entre le panneau et le plancher et/ou un plafond suspendu.

Le passage des gaines se fera dans l'isolant d'un plancher flottant ou en utilisant des planches en quinconce (gaines parallèles aux planches).

Les planchers en bois massif sont parfaitement adaptés aux portes-à-faux dans le sens de la longueur des lames pour réaliser des mezzanines, balcons ou murs en encorbellement

La réalisation d'une trémie de faibles dimensions (gaine, trappe de visite…) nécessite un clouage renforcé afin de reprendre le cisaillement transversal à l'extrémité des planches coupées. Lorsque la trémie est de grandes dimensions (escalier) il est nécessaire de prévoir un chevêtre et de vérifier que l'épaisseur du plancher est suffisante pour respecter la flèche admissible.

10 Toitures et couvertures

Réalisation des toitures

Les toitures peuvent être réalisées soit :
- avec des fermes industrialisées assemblées par connecteurs ou goussets,
- avec des charpentes dites traditionnelles à fermes ou murs refends, pannes et chevrons,
- avec des charpentes-chevrons, système issu de la charpente industrielle, les chevrons espacés de 50 cm environ, sont en appuis uniquement sur le faîtage et le mur.

Toutes les formes usuelles de toiture peuvent être réalisées sur une maison à ossature bois, toiture à 2 ou 4 pans, toiture à 2 pans et pignons porteurs, toiture à faible pente (⩾ 1%), etc. Les combles peuvent être non accessibles, accessibles mais non habitables ou habitables.

Quel que soit le type de toiture, on doit tenir compte dans les calculs de la charpente de différentes charges et surcharges. Les charges permanentes de structure (poids propre, remplissage, couverture) et les charges d'exploitation sont définies par la norme NF P 06-001 et son fascicule de documentation P 06-004. Les surcharges climatiques sont définies pour la neige par les règles NV 65 et N84, et pour le vent par les Règles NV 65, et les charges d'entretient par la norme NF P 06-001. Les charges d'entretien sont généralement assimilées à deux charges concentrées de 1 KnA appliquées au 1/3 et aux 2/3 des portées.
Dans l'avenir, l'Eurocode 1 définira ces charges.

Les documents à prendre en compte sont les suivants :
- DTU 31.3 Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets
- DTU 31.1 « Charpente et escaliers en bois ».
- Agrément technique européen (pour les poutres en I).
- DTU 43.4 «Toitures en panneaux avec revêtements d'étanchéité ».

Charpentes industrialisées

Les fermes industrialisées (ou fermettes) sont constituées par des éléments triangulés en bois de faibles sections. Elles sont très économiques, car elles reçoivent directement la couverture éliminant les pannes et les chevrons. Les assemblages sont réalisés par des goussets en acier galvanisé, percé ou à dents, enfoncés dans le bois avec une presse.

Elles peuvent avoir une portée jusqu'à 20 mètres et donc limiter les parois intérieures porteuses et favori-

10,1

© Yves Benoît

Fig. 10,1
La charpente industrialisée est très fréquemment employée car elle est économique.

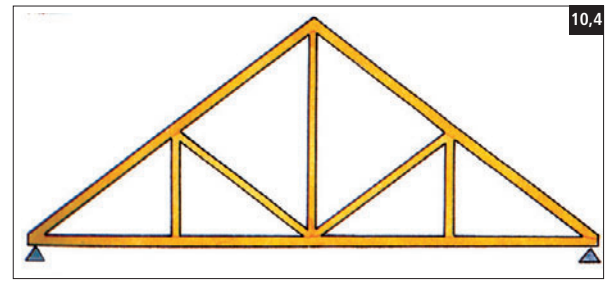
© CNDB

ser des espaces intérieurs de grandes dimensions. Les charges sont distribuées (et non reportées comme sur les fermes traditionnelles), car les fermettes sont espacées généralement de 60 cm. Ce faible entraxe leur permet d'épouser de nombreuses formes, dont les courbes. Le plafond se fixe sous les entraits lorsque les combles ne sont pas utilisables. Le cas contraire, il se fixe aux niveaux des arbalétriers.

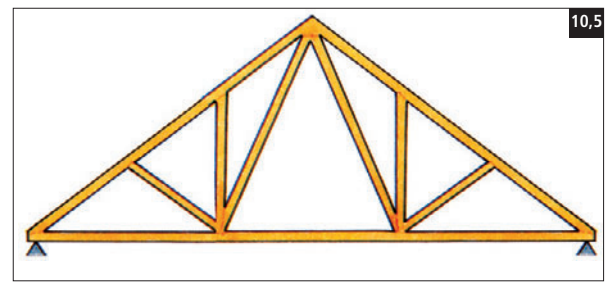
Les éléments sont généralement en épicéa ou en sapin avec un classement de structure C24 et une humidité inférieure à 18 %. Les fermettes sont exposées aux intempéries uniquement pendant le chantier. Le bois doit avoir une durabilité naturelle ou conférée correspondant à la classe d'emploi 2, le risque champignon est principalement présent lors du transport et de la mise en œuvre.

© Everwood M Steinmetz

Fermes pour combles non aménageables

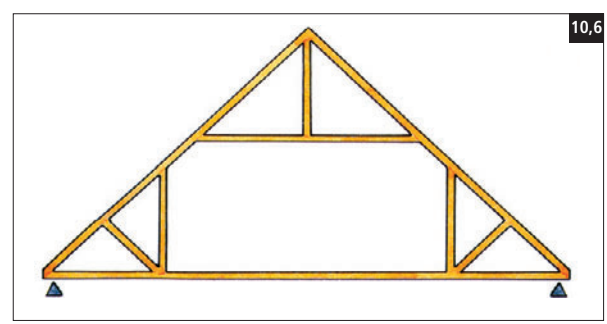


© CTBA

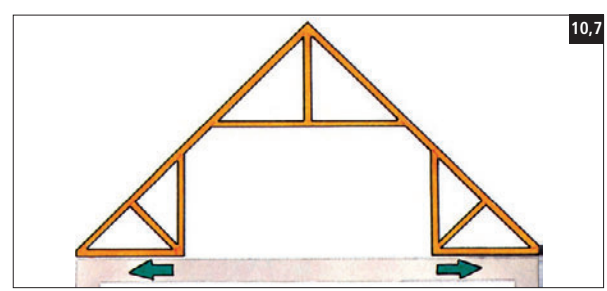


© CTBA

Fermes pour combles aménageables



© CTBA



© CTBA

Figure 10,2
La ferme en W est fréquemment employée.

Figure 10,3
La ferme en double W est adaptée aux grandes portées et aux charges importantes.

Figure 10,4
La ferme en M est employée lorsque les plafonds sont lourds et les couvertures sont légères.

Figure 10,5
La ferme en Éventail est employée lorsque les plafonds sont légers et les couvertures sont lourdes.

Figure 10,6
La ferme à entrait porteur (charge d'exploitation et plafond) est un système le plus économique.

Figure 10,7
La ferme en A nécessite des appuis bloqués.

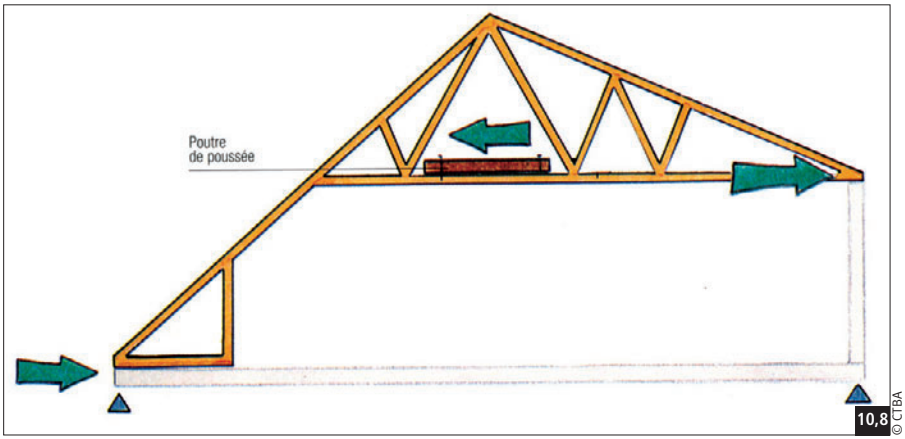


Fig. 10,8
La ferme boiteuse pour chiens-assis est complétée par une poutre à plat sur l'entrait retroussée pour la reprise des poussées.

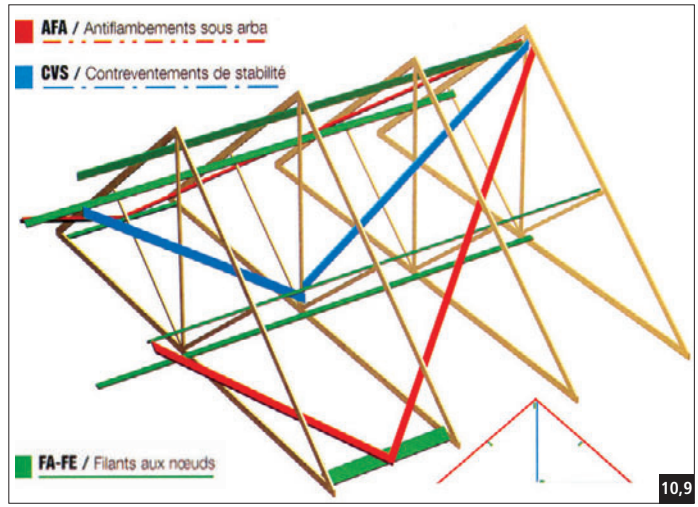


Fig. 10,9
Diagonales et lisses filantes de contreventement et d'anti-flambement.

Antiflambement

Les arbalétriers et certaines diagonales, de faible épaisseur (36 mm), travaillant en compression ont tendance à flamber. L'antiflambement est réalisé par des pièces de bois filant sur plusieurs travées et inclinées à environ 45°. Ces pièces sont clouées (deux clous minimum) sous les arbalétriers ou le long des fiches. Elles partent du faîtage pour arriver le plus près possible des appuis de ferme. Sur un versant, toute travée entre fermes doit être traversée par au moins une pièce d'antiflambement.
L'antiflambement peut être aussi assuré par feuillards métalliques, panneaux de support de couverture (OSB EN 300/OSB 3 ou 4, panneaux de particules EN 312/P5 panneaux contreplaqués EN 636-2), mais pas par les liteaux, le clouage en about ne permet pas de transmettre des efforts.

Contreventement

Bien qu'assurés par des éléments de même nature, les dispositifs de contreventement répondent à des exigences très différentes liées à la poussée du vent sur les pignons.
Le contreventement est le plus souvent assuré par des pièces de bois clouées à plat sur les rives des pièces composant la ferme (fig. 10,9).

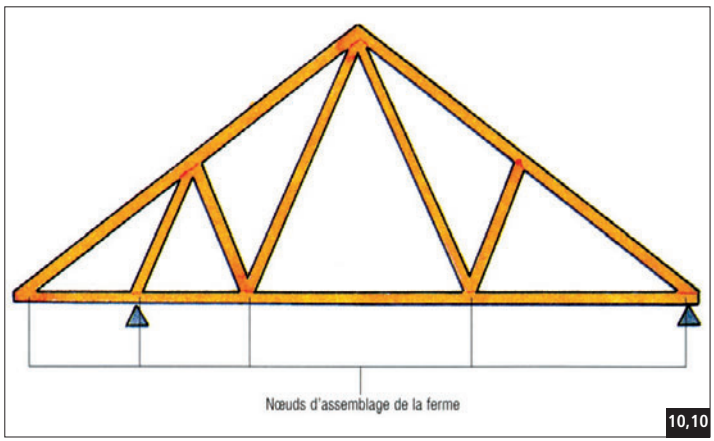
Ce treillis de diagonales de contreventement est complété par des lisses filantes disposées sur les entraits près des nœuds d'assemblage.

Tout comme l'antiflambement, le contreventement peut être aussi assuré par des panneaux de support de couverture.

Attention, la grande majorité des sinistres provient d'une défaillance du dispositif d'antiflambement et/ou de contreventement. Le système de contreventement ne peut généralement pas remplacer le dispositif d'antiflambement.

Appuis

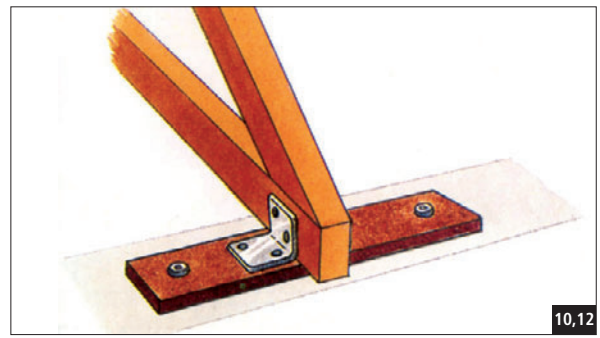
Les appuis doivent être disposés au droit des nœuds d'assemblage de la ferme. Il est nécessaire d'introduire des pièces de renfort lorsque l'appui ne correspond pas à un nœud régulier de la ferme. Lorsque le débord de toiture est faible, le renfort est réalisé par une jambette verticale ou un écoinçon (triangle en panneaux dérivés du bois). Pour les débords de toiture importants, les appuis sont renforcés par une diagonale complémentaire.



10,10 © CTBA

Les appuis doivent être fixés, car les fermes industrialisées sont légères et elles risquent de se soulever sous l'action du vent. On utilise généralement des équerres clouées par des pointes torsadées (les pointes lisses ne sont pas autorisées) ou boulonnées sur la ferme, et vissées ou tirefonnées sur une sablière (mur en bois). Si l'appui doit laisser un léger glissement, utilisez une équerre à trous oblongs ou une ferrure tors à 90°.

10,11 © CTBA


10,12 © CTBA

Trémies

Les accidents de toiture (cheminée, décrochements, lucarnes…) nécessitent d'interrompre une ou plusieurs fermes. En conséquence, les pièces de la charpente voisine de l'accident doivent être renforcées.
Les conduits de fumée maçonnés pèsent entre 300 et 800 kg. Des renforts sur les entraits sont souvent nécessaires. Les conduits préfabriqués en double tôle isolée sont préférables, car ils sont nettement plus légers. Attention, la réalisation de chevêtre doit respecter une garde au feu de 17 cm minimum entre l'intérieur du conduit et l'élément de structure bois le plus proche.

10,13 © Yves Benoît

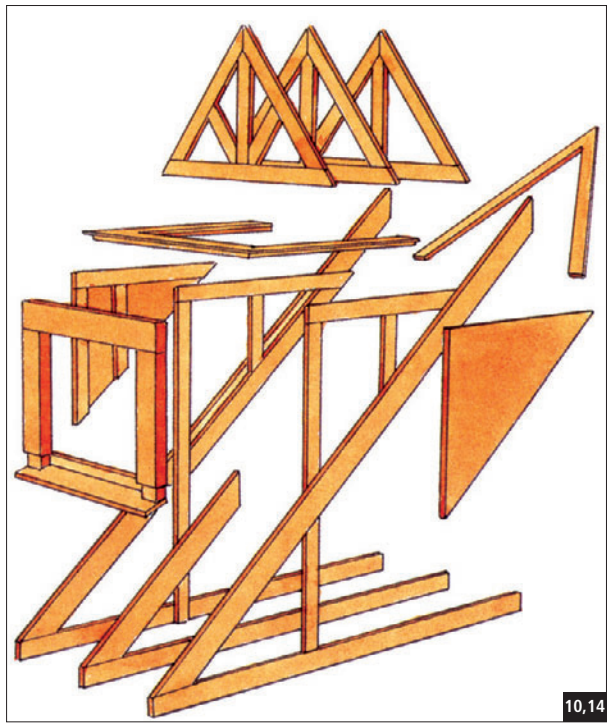
Fig. 10,10
Renfort par diagonale complémentaire.

Figure 10,11
Renfort par jambette.

Fig. 10,12
Trémie pour conduit de cheminée.

Fig. 10,13
Fixation anti-soulèvement par patte métallique des fermettes.

La réalisation d'une trémie pour une ouverture de toit (lucarnes, chien-assis, fenêtres de toit...), nécessite l'utilisation systématique de chevêtres. Lorsque ceux-ci reçoivent des charges importantes (appuis de fermes tronquées), les structures voisines doivent être renforcées (doublement des arbalétriers, poutre de renfort longitudinale...). Les fenêtres de toit se situent entre le dessus du montant de pied de ferme et le dessous de l'entrait haut. Les fermes sont posées sans tenir compte des trémies. La mise en œuvre des fenêtres de toit se fait par un chevêtre de répartition qui renforce les arbalétriers des fermes latérales.



© CTBA

Fig. 10,14
Trémie pour lucarne à la française.

Fig. 10,15
Saillie de toiture à queue-de-vache.

Fig. 10,16
Saillie de toiture avec retour d'auvent sur mur bois.

Rives et saillies

Les saillies ont pour fonction de protéger les murs et lorsqu'elles ont de grandes dimensions de former un avant-toit pour abriter des balcons, des passages ou encore contrôler l'ensoleillement.

© Yves Benoît

© Yves Benoît

Pour la réalisation de débord de toiture en mur pignon, l'absence de panne nécessite l'utilisation d'échelle de débordement. Elle est faite de deux montants (faux arbalétriers) reliés par des entretoises dont une partie de la longueur est en porte-à-faux (1/3). L'échelle est fixée contre l'arbalétrier de la ferme située au 2/3 de la longueur du porte-à-faux, et sur le pignon. Les fermes situées entre le mur pignon et la ferme support doivent être surbaissées de la hauteur de l'arbalétrier. La saillie peut aussi être soutenue par des appuis tels que consoles, fausses pannes, etc., ancrés au moins sur les deux fermes précédentes.
Les saillies de toiture nécessitent un habillage de la sous-face du toit.

10,17 © CNDB

Tolérances de pose

Les fermes in-dustrialisées dans leur position définitive ne doivent pas présenter dans leur propre plan de défauts de planéité supérieurs à 10 mm. Elles doivent être po-sitionnées conformément aux plans d'architecte et ne s'écarter de leur position théorique que de ± 10 mm au maximum, tant au faîtage qu'à l'égout.

Charpentes traditionnelles

La charpente traditionnelle est constituée de fermes, de pannes et de chevrons. Les pièces principales d'une ferme sont l'arbalétrier, l'entrait et le poinçon. Les pièces secondaires sont les contre-fiches, les jambes de force, les diagonales et les potelets. Les assemblages des éléments de la ferme se font par tenon et mortaises, embrèvements, boulons ou clouages. Chaque ferme reporte une charge concentrée importante sur l'ossature bois. Des renforts (poteaux par exemple) sont nécessaires pour assurer la descente de charge. La ferme traditionnelle est une solution appréciable lorsque la charpente comporte d'importantes pénétrations (cheminées, cages d'escalier au niveau du plancher, lucarnes) ou des raccords (noues, arêtiers...). Une ferme peut rester visible (contrairement à la fermette), car ses grosses sections lui permettent d'avoir une bonne tenue au feu. L'entraxe habituel des fermes est de 4 m environ. La ferme traditionnelle doit être contreventée dans la direction du long pan, avec des liens disposés dans le plan du faîtage par exemple. Les saillis sont simples à réaliser, un débord des pannes en pignon et un prolongement des chevrons en long pan.

10,18 © Photothèque ISOROY

10,19 © Leduc SA

Fig. 10,17
Saillie de toiture en mur pignon avec une échelle de débordement.

Fig. 10,18
La descente de charge de cette ferme est reprise par le poteau.

Fig. 10,19
Cette ferme est contreventée avec des liens disposés dans le plan du faîtage.

Matériaux et classe d'emploi

Les fermes et les pannes sont en résineux (épicéa, sapin, douglas, pin maritime, pin sylvestre) et parfois en chêne. Le classement de structure peut être faible, C18, car les sections sont importantes. Attention, il est difficile de se procurer des bois sec de grosse section. L'humidité idéale du bois est de 15 à 18 %, voir 12 % si la ferme est dans un local chauffé. Le bois doit avoir une durabilité naturelle ou conférée correspondant à la classe d'emploi 2, le risque champignon n'est présent que lors du transport et de la mise en œuvre. Toutefois, si la toiture est mal ventilée, l'humidité apportée par la condensation favorisera une attaque par les champignons (classe d'emploi 3).

Charpentes-chevrons

Les charpentes-chevrons sont constituées par des chevrons de grand élancement (45 mm x 220 mm par exemple) assemblés sur la panne faîtière. Ce type de structure économique, constitue une charpente légère relativement limitée dans sa portée (8 à 10 m pour un système double pente). Elles sont espacées généralement de 40 à 60 cm. Les pièces de bois étant très élancées, une grande attention doit être portée aux problèmes de déversement, de flambement et de contreventement. Par ailleurs, les charpentes-chevrons se prêtent bien à la mise en place d'une isolation thermique en forte épaisseur.

© CNDB

Fig. 10,20
Les charpentes-chevrons sont particulièrement adaptées à l'aménagement des combles.

Fig. 10,21
L'essentiel de la charge du toit repose sur le faîtage. Celui-ci est réalisé en lamibois (LVL).

Les matériaux, la classe d'emploi, le comportement vis-à-vis du feu et la mise en œuvre des trémies sont comparables aux charpentes industrialisées.

Différents systèmes de charpente-chevrons

Combles habitables : le faîtage porteur

Le faîtage porteur et les chevrons porteurs limitent la poussée sur les murs puisque l'essentiel de la charge du toit repose sur le faîtage. L'espace des combles habitables est limité à la portée maximum de ce dernier. Le faîtage est généralement réalisé en bois lamellé-collé ou en lamibois (LVL). Les solives du plancher d'étage sont placées en face des chevrons pour reprendre efficacement les efforts de compression. Les chevrons en pieds reposent sur une sablière et sont entaillés en pieds et en têtes pour éviter le glissement. Le contreventement est assuré par des poutres au vent de deux travées de large de part et d'autre de chaque pignon.

© CNDB

Combles habitables : les chevrons arc-boutés

C'est un système de charpente sans faîtage porteur. Le toit tient par simple opposition des chevrons entre eux, qui sont placés rigoureusement face à face en tête et surtout bien bloqués en pied. Chaque alignement de chevrons correspond parfaitement à un ali-

10,22 © CNDB

gnement de solive. La liaison de ces deux pièces en pied peut se faire par l'intermédiaire d'une ferrure métallique (clouage dans la solive et boulonnage et clouage dans le chevron). Ce système impose obligatoirement que les solives soient d'une seule longueur ou continues et soient dans le même sens que les chevrons (un chevron = une solive) afin de former une triangulation parfaite. Le contreventement est assuré par des poutres au vent de part et d'autre de chaque pignon.

Plafonds «cathédrales» : faîtage porteur

Ce système est dérivé des charpentes à comble habitable avec faîtage porteur. Ce type de volume est particulièrement adapté aux conditions suivantes :

- pente du toit inférieure ou égale à 30 degrés,

10,23 © CNDB

- contreventement total de toute la surface du toit avec des panneaux en OSB 3 de 12 mm d'épaisseur,
- chevrons d'épaisseur au moins 45 mm,
- poutre au vent à plat au niveau de la jonction du mur pignon du rez et du pignon de l'étage.

La continuité du voile travaillant des murs avec le voile travaillant de la charpente est assuré par des étrésillons pleins et délardés à la pente, en chaque pied de chevrons.

10,24 © Guy LOT

Antiflambement

L'antiflambement des chevrons est généralement réalisé par les panneaux de support de couverture, les voliges ou des entretoises en bois. Elles sont placées

Fig. 10,22
Les chevrons reposent sur le faîtage.

Fig. 10,23
Les chevrons sont solidement fixés en pied.

Fig. 10,24
Cette toiture dégage un espace intéressant.

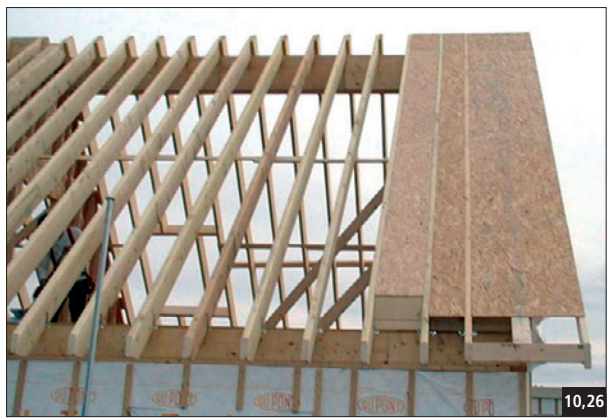
© Guy LOT

Fig. 10,25
Ces panneaux sont des dispositifs efficaces d'antiflambement des chevrons.

entre les chevrons avec un écartement ne dépassant pas 60 fois l'épaisseur du chevron. Ces entretoises (section min. 27 x 150 mm) assurent en même temps un anti-déversement des chevrons. Les entraits retroussés longs (d'une longueur supérieure à 2,40 m) peuvent également flamber. On dispose au milieu des entraits, sur leurs faces supérieures, une planche continue clouée à plat (22 x 100 mm).

Contreventement

Le contreventement peut être assuré par des feuillards métalliques disposés en croix de Saint André et cloués à plat sur les chevrons.



© CNDB

Fig. 10,26
Le contreventement de cette toiture est assuré par des poutres auvents.

© Cruard

Fig. 10,27
Le contreventement de cette toiture est assuré par des feuillards métalliques.

L'utilisation de panneaux (contreplaqué EN 636/3, OSB EN 300/oSB 3 ou 4, particules EN 312/P5…) et de poutre au vent est également courante.

Rives et saillies

Les saillies de long pan sans caisson sont formées par des chevrons laissés filants. La sous-face du toit est habillée par des voliges ou des panneaux de contreplaqué placés au-dessus des chevrons lorsqu'ils sont apparents ou en dessous lorsqu'ils sont cachés. La

© Guy LOT

Fig. 10,28
Saillie de long pan par chevrons filants.

saillie de long pan peut aussi être fermée par un caisson de toiture. On réalise l'habillage des sous-faces par des panneaux fixés sous le chevron de rive et sur une fourrure murale.
Pour la réalisation de débord de toiture en mur pignon, on utilise des échelles de débordement comme dans la charpente par fermes industrialisées.

Toitures terrasses

Les toitures terrasses et plus particulièrement celles qui sont accessibles offrent beaucoup de possibilités pour l'architecture des maisons. Leur structure porteuse est réalisée avec les solives, qui reposent sur les murs, des poutres maîtresses ou des murailleres. Le contreventement est assuré par les panneaux de plancher en 16 ou 18 mm qui recouvrent la totalité de la toiture. Le principe retenu pour résoudre à la fois les problèmes d'isolation thermique et d'isolation acoustique est de fonctionner en toiture chaude, c'est-à-dire en plaçant l'isolant en contact avec le matériau d'étanchéité et sans ventilation.

© Cruard

Fig. 10,29
Les toitures terrasses offrent beaucoup de possibilités pour l'architecture des maisons.

Couverture

La plupart des matériaux de couverture font l'objet de DTU spécifiques de la série 40 qui sont applicables aux travaux de couverture. Le détail de la pose de chaque couverture ne sera pas décrit dans ce chapitre. La fonction essentielle d'une couverture est d'assurer l'étanchéité à l'eau. Quelle que soit la couverture, un écran apporte une étanchéité de meilleure qualité. Lorsqu'il est rigide il augmente le contreventement du bâtiment et lorsqu'il est porteur il participe à la descente de charge. En outre il permet de diminuer les déperditions d'énergie. La pose des couvertures avec écran rigide n'est pas obligatoire. Cependant, étant donné les avantages qui en découlent, il devrait être systématiquement prévu, malgré un inévitable supplément de prix.

Par ailleurs, les matériaux employés pour l'habillage des avancées de toitures doivent supporter des variations d'humidité importantes et cet habillage ne doit pas entraver la ventilation.

L'écran de toiture

Un écran est interposé entre le comble et la face interne des tuiles. Il peut être souple (film) ou rigide (panneau bois).

L'écran souple est non porteur et ne supporte aucune charge de la toiture. Il est constitué de lés de feutre bitumé avec ou sans armature rapportée en mailles larges, de lés de papier kraft enduit de bitume ou de lés en polyéthylène armé ou non, d'épaisseur minimale 100 microns, et doit relever d'une procédure d'avis technique.

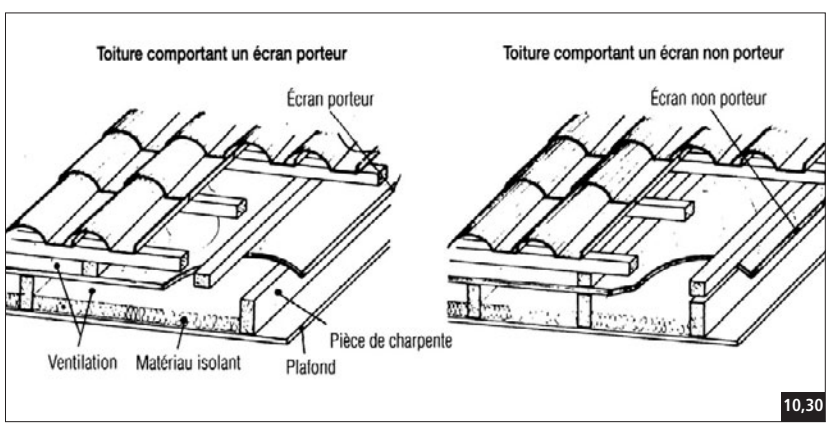
L'écran rigide peut être porteur ou non porteur. Il est constitué de planches ou voliges ou de panneaux dérivés du bois, OSB EN 300/OSB3 ou 4, contreplaqués EN 636/3 (NF Extérieur CTB-X) ou particules EN 312/P5 (CTB-H) ou des panneaux de fibres durs hydrofugés EN 622/HB-HLA. Il peut être recouvert par un pare-pluie et assurer ainsi un complément d'étanchéité ou une protection provisoire de l'ouvrage.

L'écran remplit plusieurs fonctions.
Il permet d'assurer une mise hors d'eau provisoire (de quelques jours) de l'ouvrage dès que la charpente est posée.
Il s'oppose, une fois la couverture mise en place, à une différence de pression entre l'air extérieur et l'air contenu dans les combles. Le maintien d'une différence de pression, la plus faible possible entre les deux faces du matériau de couverture, limite les remontées d'eau ou de neige poudreuse dans le comble par siphonnage sous les tuiles ou les ardoises.
Il contribue à évacuer vers les égouts les infiltrations d'eau accidentelles pouvant résulter par exemple du bris d'un élément de couverture.
Les écrans rigides permettent d'améliorer le contreventement de la charpente.
Dans le cas d'une toiture avec écran rigide non porteur, les charges sont transmises à la charpente par l'intermédiaire des arbalétriers ou chevrons. On utilise habituellement dans ce cas, un panneau résistant à l'humidité relativement mince. Lorsque l'écran est porteur, la nature et l'épaisseur du panneau sont déterminées en fonction des charges et de l'écartement de supports. Certains éléments de toiture industrialisés remplissent une fonction d'écran.
La mise en place d'un écran rigide implique la réalisation d'une ventilation de la sous face du matériau de couverture comportant des entrées d'air en partie basse et des sorties d'air en partie haute (chatière, outeau, etc.). Les différentes dispositions pratiques sont indiquées dans les DTU série 40.

Fig. 10,30
Toiture avec un écran porteur à gauche, toiture avec un écran non porteur à droite.

Fig. 10,31
Exemple de ventilation des combles.

Fig. 10,32
Orifices de ventilation de l'avance de toiture.



© CTBA

Avancée de toiture

Afin de maintenir des conditions d'hygiène satisfaisantes au niveau de la toiture, des dispositions particulières doivent être prises sur les points suivants.

La saillie de toiture

La saillie de toit est habillée en sous-face soit par :
- du lambris en bois massifs,
- un panneau OSB EN 300 OSB 3,
- un panneau de particules EN 312/P5 (CTB-H),
- un panneau contreplaqué EN 636/2 ou 3 (NF Extérieur CTB-X)
- du lambris PVC.

Les prescriptions de mises en œuvre des habillages sont définies par le DTU 41.2 : «Revêtements extérieurs en bois».
L'aspect esthétique des panneaux dérivés du bois peut être amélioré par un rainurage décoratif de type joint à biseau ou grain d'orge.
Sur support discontinu, l'épaisseur nominale des panneaux contreplaqués doit être au moins égale au 1/50e de l'écartement d'axe en axe des supports, et celle des panneaux de particules et OSB doit être au moins égale au 1/40e de l'écartement d'axe en axe, sans être inférieure à 12 mm. Les panneaux sont soigneusement protégés par une peinture extérieure.
Les lames en bois massifs sont rainées et bouvetées sur les quatre faces, d'épaisseur minimale 10 mm. Elles peuvent comporter des usinages décoratifs. L'écartement des supports discontinus ne doit pas dépasser 40 fois l'épaisseur et leur épaisseur minimale est de 15 mm. Les lames sont fixées sur chaque support avec deux fixations. Leur protection est assurée par une finition extérieure.

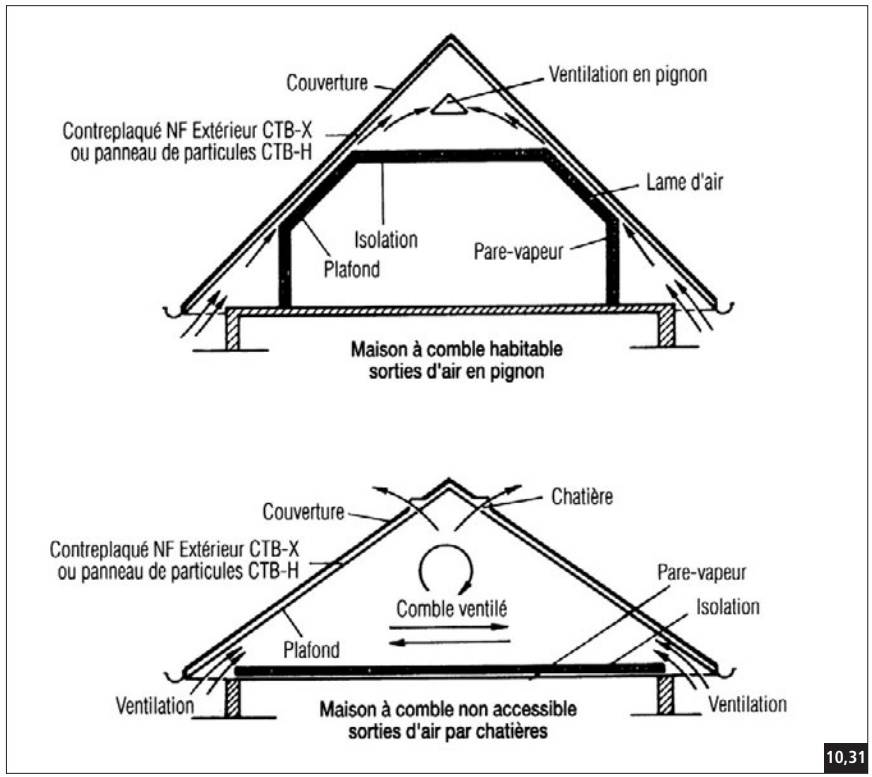
Les planches d'égouts

La planche d'égout est réalisée en bois massif ou en contreplaqué EN 636/3 (NF Extérieur CTB-X). Si elle est de faible hauteur et protégée de l'eau par la présence de la gouttière elle peut être en en panneaux de particules EN 312/P5 (CTB-H) ou OSB EN 300/OSB 3.

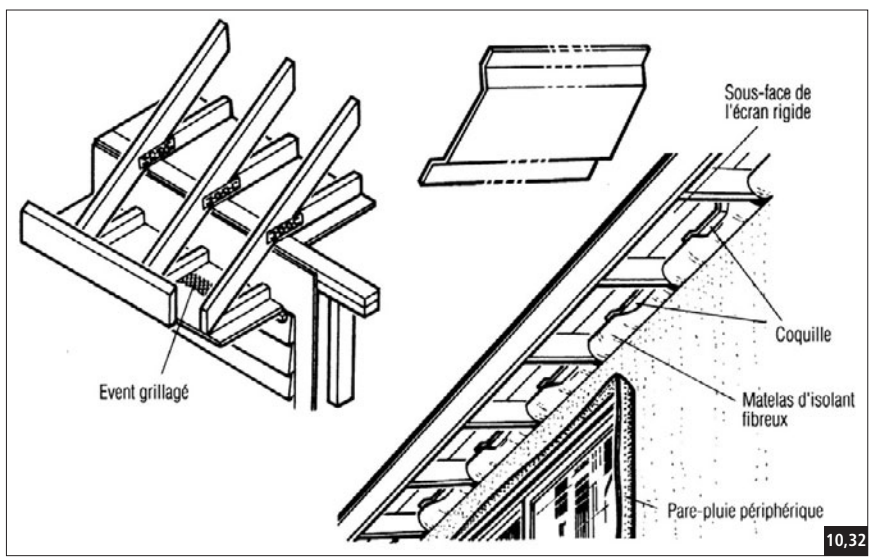
Les planches de rive

La planche de rive, de même que l'habillage des chêneaux encaissés ou des bardeaux d'acrotères, seront réalisés en panneaux contreplaqués EN 636/3 (NF-Extérieur CTB-X) ou en planches de bois massifs, avec un solin en zinc à la partie supérieure et une protection par peinture extérieure régulièrement entretenue. L'épaisseur minimale des panneaux de contreplaqués, utilisés en planche de rive ou en planche d'égout, doit être au moins égale à 1/50e de l'écartement d'axe en axe des supports sans être inférieure à 15 mm (DTU 31.1). Les planches dépassent l'habillage de l'avancée de toit de 12 mm au moins pour former larmier.

Pour éviter les déformations apparentes, la planche de rive et l'habillage de la saillie de toit sont solidarisés avec la charpente en bois, mais non liés à la maçonnerie, afin de tenir compte des mouvements divergents en service de ces deux matériaux. Une solution consiste à ménager un espace de 1 cm environ entre le mur et le panneau d'habillage. Cet espace remplit le double rôle de joint de dilatation et d'orifice de ventilation basse. Une autre solution consiste à ménager les orifices d'entrée d'air latéralement aux extrémités de la saillie de toiture ou à placer des évents grillagés dans le panneau d'habillage. Attention, la retombée latérale du matelas isolant étendu sur le plafond ne doit pas gêner la ventilation. Le principe essentiel à respecter est d'avoir des entrées d'air en partie basse et des sorties d'air en partie haute.



10,31 © CTBA



10,32 © CTBA

11 Menuiseries et parements extérieurs

Menuiseries extérieures

Le clos est assuré par l'intégration des menuiseries dans les murs à ossature bois. La perméabilité à l'air est réduite au minimum (niveau A3), voire nulle et l'étanchéité à l'eau et la résistance des fixations au vent sont adaptées au site. En outre, l'ossature ne doit jamais être mouillée, car la protection des bois d'ossature correspond à une classe d'emploi 2 (comme les charpentes), alors qu'une infiltration d'eau entre la menuiserie et l'ossature impliquerait au moins une classe d'emploi 3 et donc un risque de pourriture de l'ossature non préservée pour ce type de risque. Par ailleurs, quel que soit le matériau employé, la menuiserie comprend une finition et doit offrir une garantie sans entretien pendant une période de 10 ans.

Les documents à prendre en compte sont les suivants :

- DTU 36.1 « Menuiserie en bois »,
- DTU 36.1/37.1 « Choix des fenêtres en fonction de leur exposition »,
- DTU 39 « Miroiterie-Vitrerie »,
- DTU 59.1 « Peinturage »,
- Avis Technique pour menuiserie PVC.

Choix de fenêtres et portes-fenêtres en fonction de l'exposition

Compte tenu des exigences actuelles en matière d'isolation thermique, il convient de prévoir des fenêtres et portes-fenêtres associées à des vitrages isolants. Le choix est réalisé à partir du classement défini par la norme NF P 20-302 « Caractéristiques des fenêtres » et du DTU 36.1/37.1 « Choix des fenêtres en fonction de leur exposition ».

Perméabilité à l'air : il faut choisir des fenêtres et portes-fenêtres correspondant à la classe A2 ou mieux à la classe A3.

Étanchéité à l'eau : à l'exception de quelques cas particuliers (maisons construites sur un rivage en bordure de mer ou sur des élévations de terrain importantes), des performances correspondant à la classe E1 suffisent.

Résistance au vent : à l'exception de quelques cas particuliers liés notamment à l'élévation de terrain, le choix de menuiseries de classe V2 couvre la quasi-totalité des situations.

L'ensemble fenêtre et porte-fenêtre ainsi que tous les éléments d'adaptation (cadre, tableau, etc.) doivent être soumis aux essais normalisés.

Mise en œuvre de la menuiserie dans le mur

La mise en œuvre de la menuiserie extérieure est réalisée aussi bien sur le chantier qu'en atelier. La baie est soit constituée d'un simple chevêtre ou est équipée d'un rejingot. La menuiserie est standard si elle s'appuie sur un rejingot ou sur un précadre ou est fabriqué sur mesure lorsqu'elle est constituée d'un cadre dormant monobloc.

Sauf dans le cas de liaison avec un parement maçonné, les calfeutrements seront toujours de type sec.

Dans le cas d'une ventilation mécanique contrôlée, il est possible de placer les orifices d'entrée d'air dans le linteau et non dans la fenêtre elle-même. Si des volets sont prévus, leur jeu périphérique doit être égal à la section d'ouverture de ventilation.

Baie avec un simple chevêtre

La protection du chevêtre peut être assurée par un dormant monobloc, par un cadre fixé sur le mur et sur le dormant de la fenêtre ou par cadre tableau en pose tunnel. Dans tous les cas, le point critique est l'étanchéité des angles et sa pérennité.

Dormant monobloc

Il peut être fabriqué en plusieurs parties, mais il est livré et posé en une seule pièce. Il est fixé au chevêtre par vissage parallèlement au plan de la menuiserie avec un calage au droit de chaque vis pour éviter les déformations du dormant. Les fixations doivent être situées dans une zone non mouillée du dormant et calfeutrées. Le calfeutrement est du type joint à un étage. Il est fait dans le plan du pare-pluie pour les murs à bardage et dans le plan de la peau extérieure pour les murs sans bardage. Si le dormant de la fenêtre est en bois, il est recommandé de prévoir un ébrasement intérieur afin d'augmenter la pente de la pièce d'appui et ainsi en améliorer la tenue de la finition.

Cadre tableau

La menuiserie est livrée avec un dormant d'épaisseur standard, la protection du chevêtre est alors assurée par un cadre tableau fixé sur le dormant de la menuiserie. L'étanchéité est assurée par une barrière entre le cadre tableau et le mur et par une barrière entre le dormant et le cadre tableau, le plus souvent avec un mastic préformé mis en œuvre avec un écrasement contrôlé (feuillure de remplissage).

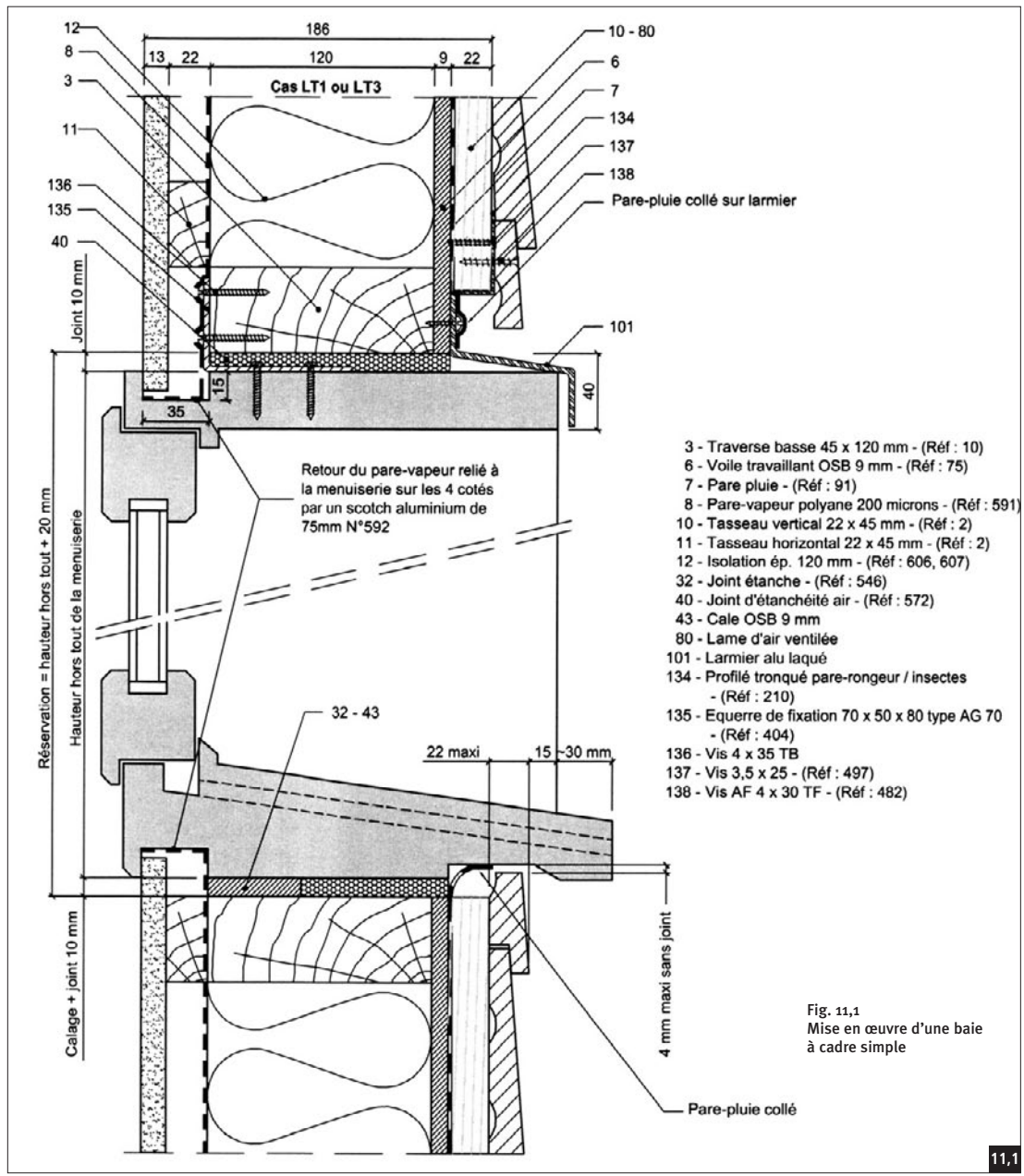
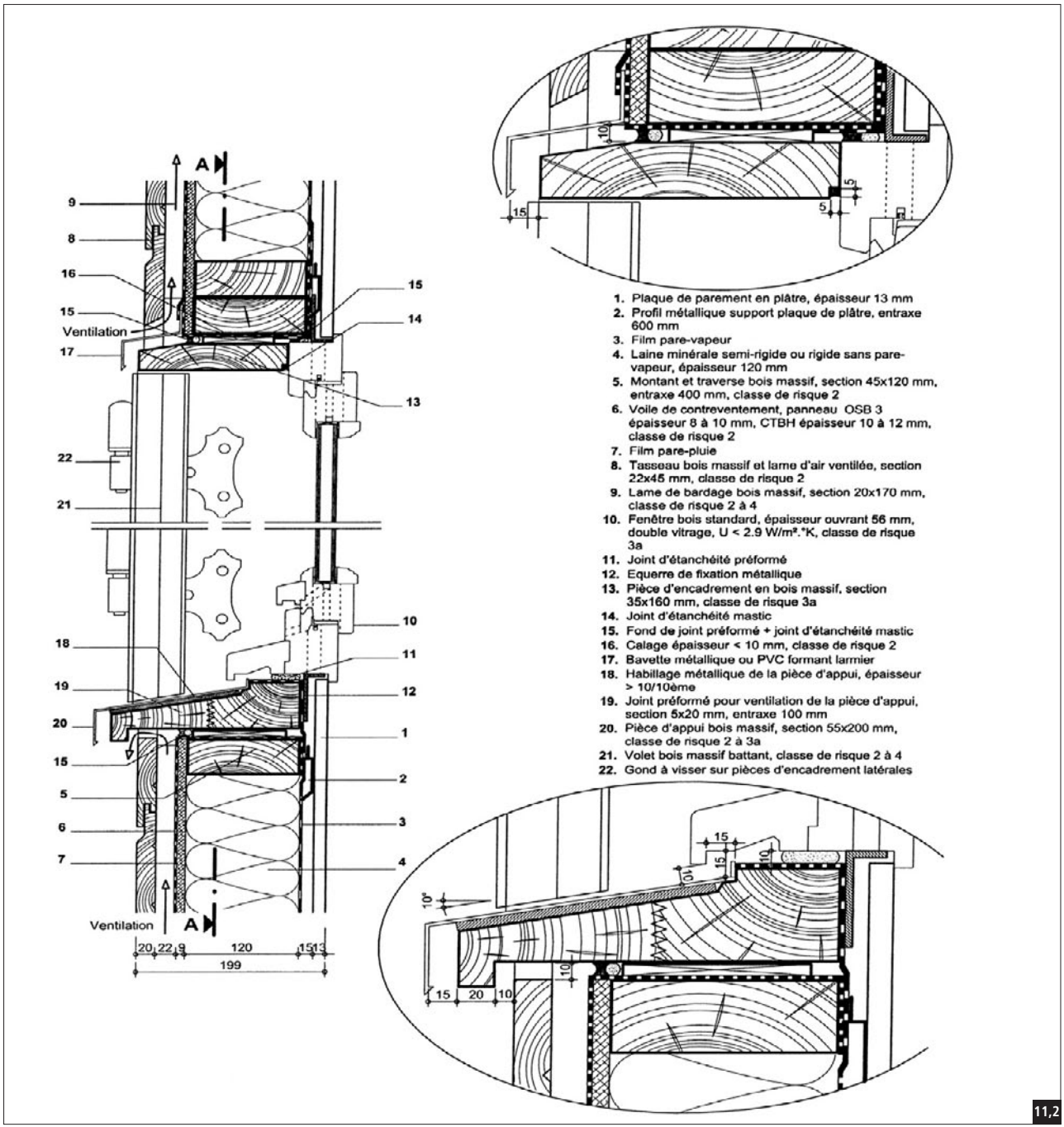


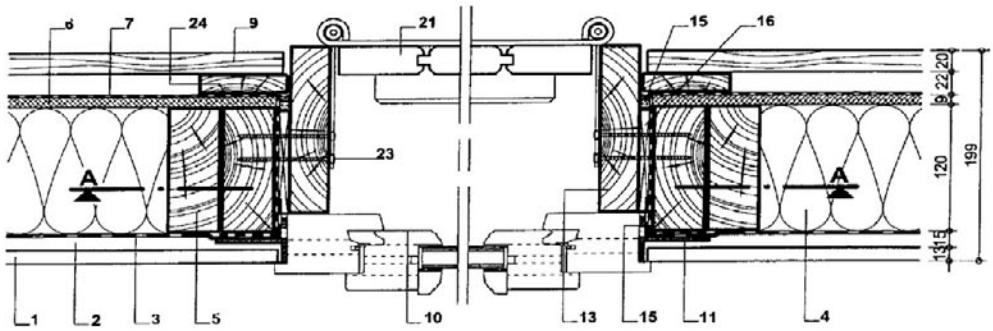
Fig. 11,1
Mise en œuvre d'une baie à cadre simple

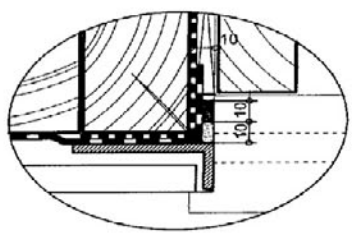


11,2

© CTBA

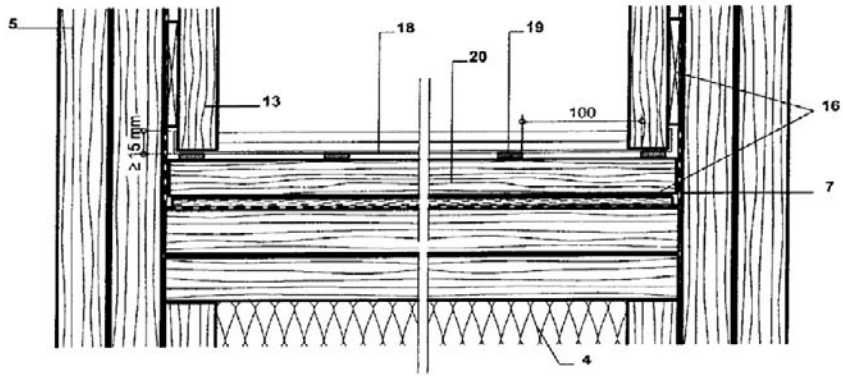
Fig. 11,2 et 11,3
Mise en œuvre d'une baie à cadre tableau.





1. Plaque de parement en plâtre, épaisseur 13 mm
2. Profil métallique support plaque de plâtre, entraxe 600 mm
3. Film pare-vapeur
4. Laine minérale semi-rigide ou rigide sans pare-vapeur, épaisseur 120 mm
5. Montant et traverse bois massif, section 45x120 mm, entraxe 400 mm, classe de risque 2
6. Voile de contreventement, panneau OSB 3 épaisseur 8 à 10 mm, CTBH épaisseur 10 à 12 mm, classe de risque 2
7. Film pare-pluie
9. Lame de bardage bois massif, section 20x170 mm, classe de risque 2 à 4
10. Fenêtre bois standard, épaisseur ouvrant 56 mm, double vitrage, U < 2.9 W/m².°K, classe de risque 3a
12. Equerre de fixation métallique
13. Pièce d'encadrement en bois massif, section 35x160 mm, classe de risque 3a
15. Fond de joint préformé + joint d'étanchéité mastic
16. Calage épaisseur < 10 mm, classe de risque 2
18. Habillage métallique de la pièce d'appui, épaisseur > 10/10ème
19. Joint préformé pour ventilation de la pièce d'appui, section 5x20 mm, entraxe 100 mm
20. Pièce d'appui bois massif, section 55x200 mm, classe de risque 2 à 3a
21. Volet bois massif battant, classe de risque 2 à 4
23. Fixation des gonds : vis, qualité Inox ou équivalent, longueur > 100 mm
24. Tasseau bois massif, section 22x75 mm, classe de risque 2

COUPE A-A



11,3

© CTBA

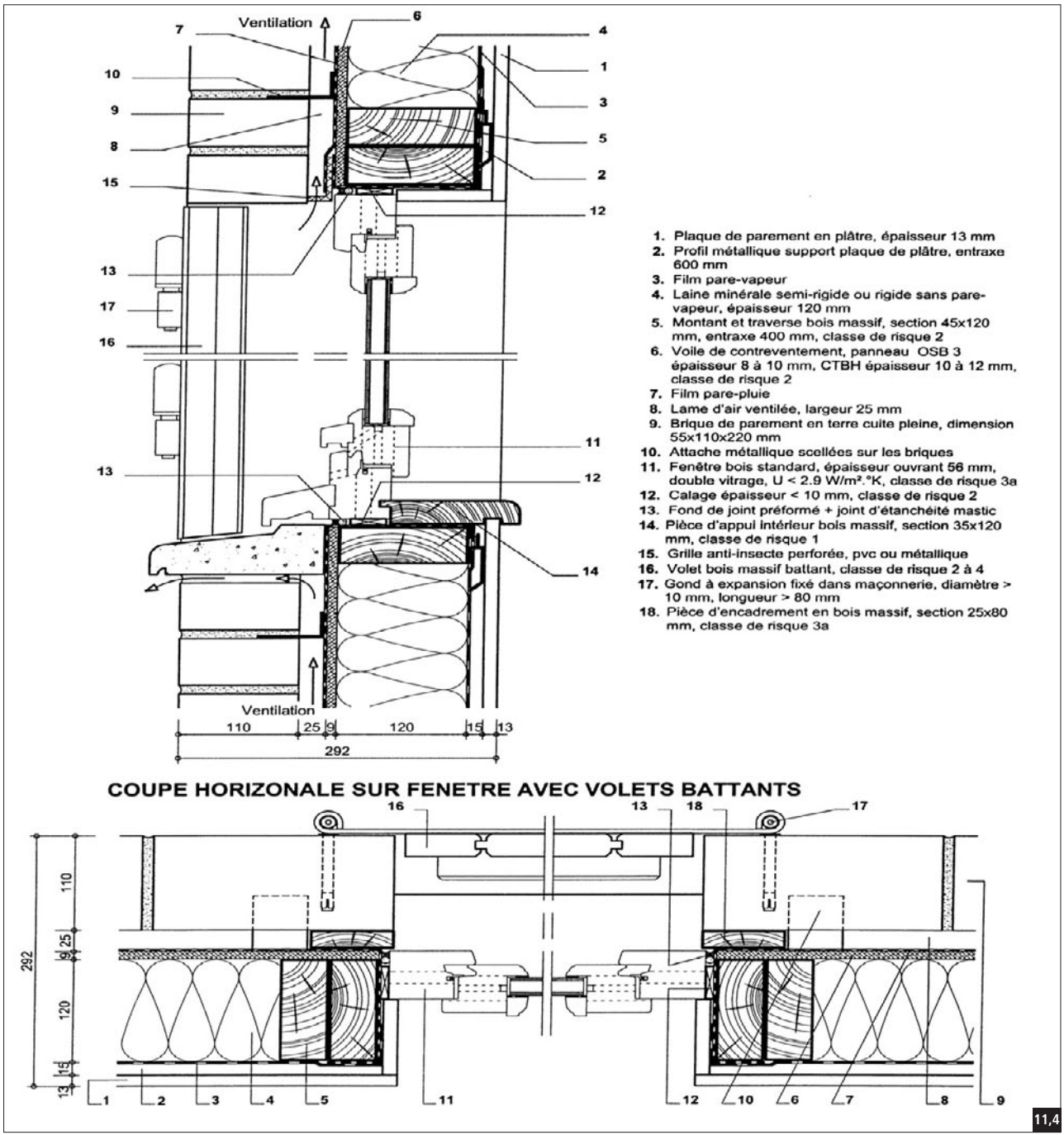


Fig.11,4
Mise en œuvre sur rejingot au droit de la lame d'air.

© CTBA

Baie avec rejingot

Le rejingot peut être en béton, en fibrociment ou constitué d'une bavette métallique. Il est fondamental que les liaisons du rejingot avec le mur n'occasionnent pas d'infiltrations au droit de l'ossature. Trois exemples de solutions sont proposés, mise en œuvre sur rejingot au droit de la lame d'air, pose avec joint de liaison à la baie à deux étages et pose au nu intérieur d'un dormant avec fourrure sur rejingot.

Dans cet exemple, le mur à doubles parois permet de positionner le dormant au niveau de la lame d'air pour évacuer d'éventuelles infiltrations.

Parements extérieurs

Les revêtements extérieurs (appelés également vêture ou peau) protègent les murs, les fermes-pignons et les joues de lucarne. Ils sont désolidarisés de l'ossature et ne supportent que leur propre poids, ce qui diminue fortement les risques de fissurations dans les maçonneries ou les enduits. Le revêtement extérieur protège l'ossature et le voile travaillant contre la pluie et le vent. Un pare-pluie est nécessaire lorsque le revêtement est continu et sans lame d'air ou susceptible d'apporter une humidification (voile mince armé, etc.) ou insuffisamment étanche à joints rapprochés du type bardage (clins, frises, bardeaux).

Les documents à prendre en compte sont les suivants :

- DTU 31.2 « Bâtiments à ossature bois »,
- DTU 41.2 « Revêtements extérieurs en bois »,
- DTU 20.1 « Ouvrages de maçonnerie »,
- avis techniques ou agrément technique européen.

Bardages en lames de bois massif ou bois lamellés-collés

Les bardages en lames sont constitués par des planches en bois massif brutes ou rabotés, ou en bois lamellés-collés. Ces lames peuvent être à arêtes vives ou profilées afin de s'emboîter. Les bardages sont généralement fixés par clouage sur une ossature secondaire qui assure la ventilation. Ce type de revêtement est une solution sèche présentant une bonne compatibilité avec les techniques d'ossature en bois. Les bardages en bois permettent une grande variété d'expressions architecturales. Leur mise en œuvre est décrite dans le DTU 41.2 « Revêtements extérieurs en bois ».

© JOTIN

Fig. 11,5
Revêtement en bardage en lame de bois massif.

Matériaux et classe d'emploi

Les essences les plus couramment utilisées sont pour les résineux le douglas, le sapin, l'épicéa, le pin (sylvestre ou maritime), le mélèze, le red-cedar et pour les essences feuillues le châtaignier, le chêne, le robinier, et divers bois tropicaux. Les choix d'aspect les plus courants sont le choix 1 ou le choix O selon la norme NF EN 1611-1 pour les résineux. Les tasseaux formant l'ossature secondaire doivent avoir un classement mécanique C18 au minimum.

Mise en œuvre à l'extérieur des bâtiments, les bardages connaissent des variations d'humidité importantes. Selon la saison, l'exposition et le type de finition, une lame peut avoir un taux d'humidité variant de 8 % à 20 %. Afin de limiter les déformations et les gerces des lames, l'humidité des lames de bardage doit être d'environ 15 % avec un maximum toléré de 18 %.

Pendant les périodes humides, les lames sont exposées aux risques d'attaque des champignons et des insectes. Elles doivent répondre aux exigences de la classe d'emploi 2, voire 3.

Certaines essences, à condition d'être purgées d'aubier, sont naturellement durables (douglas, mélèze, red-cedar, châtaignier, le chêne, le robinier…). Les essences qui ne le sont pas doivent être traitées en conséquence. Le bardage doit être ventilé, son profil et son mode de fixation doivent permettre un bon

écoulement de l'eau. Un bardage abrité (non exposé aux intempéries) ou en pose verticale sera de la classe d'emploi 2. Les tasseaux formant l'ossature secondaire ne sont pas exposés aux intempéries et donc en classe d'emploi 2.

La rétification est un traitement thermique particulièrement adapté aux bardages. Il limite les reprises d'humidité et les attaques de champignons pour les essences sensibles (sapin, épicéa).

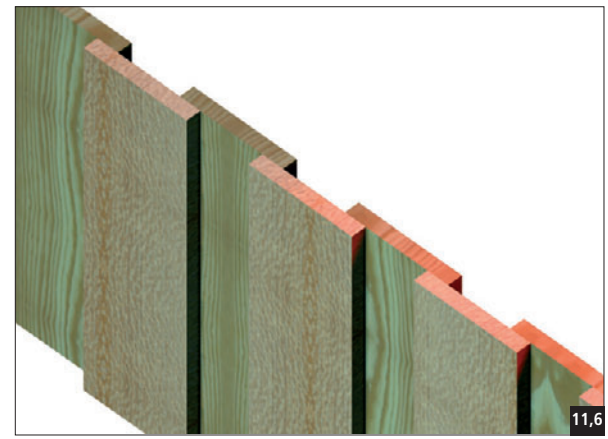
La technique du bois lamellé-collé permet de fabriquer des bardages en bois de plus forte épaisseur (jusqu'à 30 mm) et de plus grande largeur (jusqu'à 30 cm) que les lames en bois massif. Les conditions de pose et d'entretien sont identiques à celles des lames massives.

Tasseaux, lames et fixation

Les tasseaux formant l'ossature secondaire peuvent être en bois massif ou en contreplaqué. Ils sont cloués sur les murs à ossature bois au droit des montants ou sur des chevrons (cas d'une isolation extérieure). Les pointes doivent pénétrer de 30 mm au moins dans l'ossature. Un pare-pluie est interposé entre le liteau et le panneau de murs. Afin d'offrir une surface de clouage suffisante, leur largeur est au minimum de 35 mm. L'épaisseur varie selon l'espacement des points de fixation :

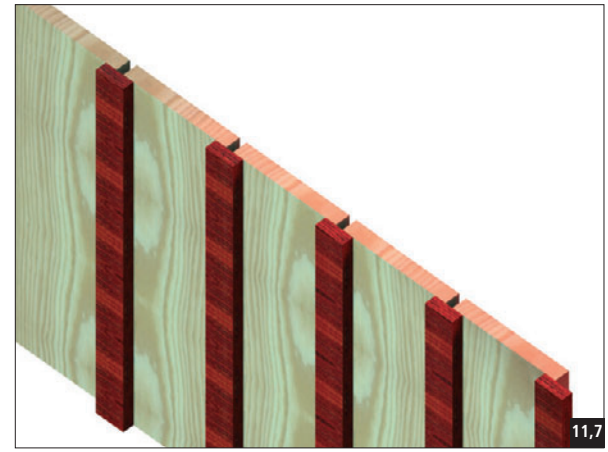
ESPACEMENT MAXI DES FIXATIONS	SECTION MINIMUM
30 cm	15 x 35 mm
40 cm	22 x 35 mm
65 cm	27 x 35 mm

Les lames non bouvetées sont en planches séchées, brutes de sciages ou rabotées. Ce principe est traditionnel, mais l'étanchéité autour des ouvertures demande beaucoup de soins.



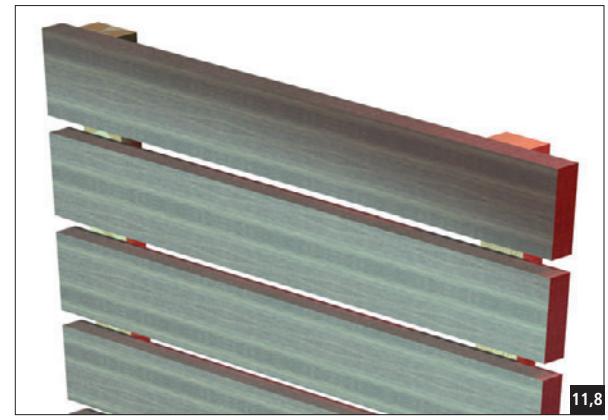
© Yves Benoit

Fig. 11,6
Profils de lames qui ne sont pas bouvetées, à recouvrement.



© Yves Benoit

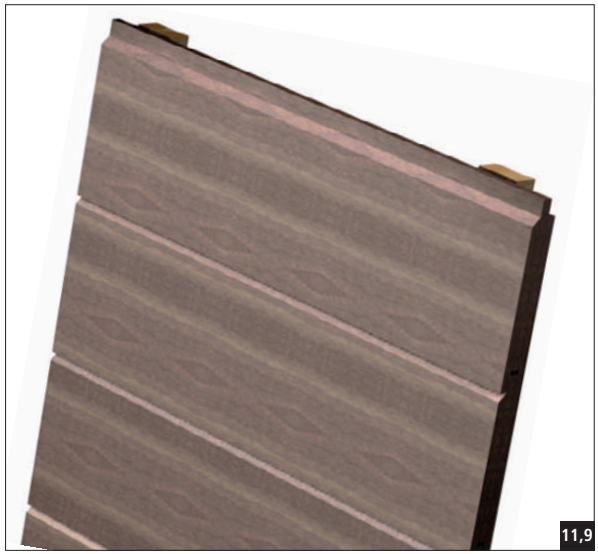
Fig. 11,7
Couvre-joint.



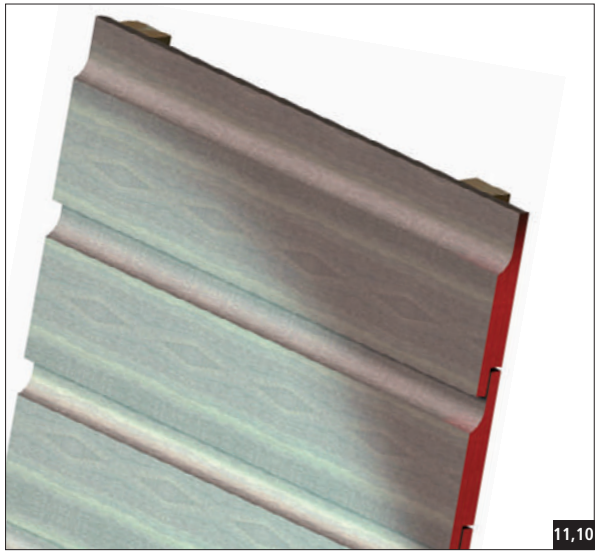
© Yves Benoit

Fig. 11,8
Claire voie.

Les lames rainées bouvetées ou feuillurées sont parfaitement tenues même en cas de variations dimensionnelles puisqu'un jeu est possible. Lorsque les lames ne sont pas trop larges, les pointes ne sont pas apparentes. C'est le bardage le plus utilisé en France.

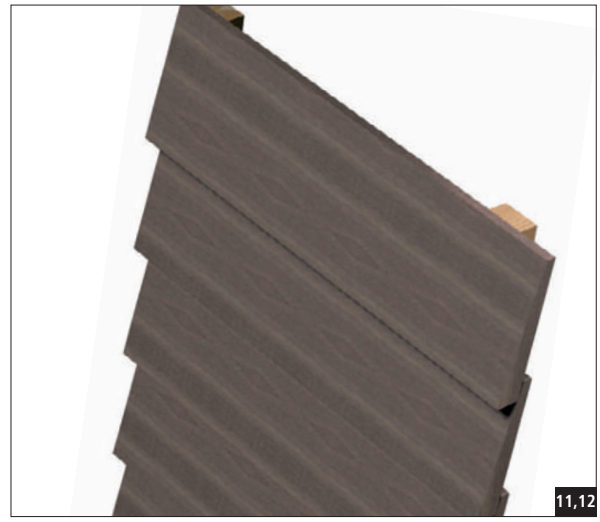


© Yves Benoit



© Yves Benoit

© Yves Benoit



© Yves Benoit

Fig. 11,9
Profils de lames à rainures et languettes.

Fig. 11,10
Profils de lames à feuillure.

Fig. 11,11
Profils de lames à clins et feuillure.

Fig. 11,12
Profils de lames à clins.

La largeur exposée des lames (visible une fois posée) est généralement comprise entre 90 et 150 mm. Elle ne doit pas excéder 7,5 fois l'épaisseur (10 fois pour le western red-cedar) pour éviter tous risques de déformation. L'épaisseur varie entre 13 et 27 mm avec une épaisseur courante de 18 mm surtout dans le cas d'usinage rainé bouveté. Le choix de l'épais-

seur dépend aussi de l'écartement des supports afin d'obtenir une flèche réduite (1/200).
Le recouvrement ou l'emboîtement des lames, quelle que soit le type de pose, doit être au minimum de 10 mm et au moins égal à 10 % de la largeur hors tout.

La fixation se fait par pointes en acier inoxydable ou galvanisé à chaud pour éviter les coulures noires, la couche de protection se fissurant lors de la frappe au marteau. Ces pointes sont annelées ou crantées pour que leur tenue soit assurée dans le temps. La longueur de pénétration dans le support doit être au minimum de 22 mm. Si la largeur exposée des lames n'excède pas 125 mm, une seule rangée de pointes suffit à condition qu'il y ait un assemblage des rives. Au-delà, on posera une deuxième rangée de pointes. Lorsque le profil le permet, les fixations peuvent être « invisibles », en les disposant en partie haute dans le chanfrein. Pour cela, la largeur exposée des lames ne doit pas excéder 100 mm en l'absence de finition (peinture ou lasure), ou 125 mm avec une finition.

N'écartez pas trop les rangées de clous sinon des fentes apparaîtront sur les lames larges et placez les deux rangées de pointes à une distance de 1/3 de la largeur de la lame (par exemple pour une lame de 150 mm, une rangée à 50 mm du chant et l'autre rangée à 100 mm du chant). Pour des raisons esthétiques, on veillera à toujours parfaitement aligner et fixer à écartements réguliers les clous visibles. L'écartement des supports est de 40 cm pour des lames de 15 mm d'épaisseur et jusqu'à 65 cm pour des lames de 18 mm. La jonction d'extrémité des lames non rainées bouvetées en bout doit se faire obligatoirement sur un liteau.

Types de pose

Pose verticale

La pose verticale à recouvrement est la technique la plus traditionnelle. Elle permet un bon écoulement de l'eau de pluie et elle est très durable. Elle consiste à clouer des lames légèrement écartées sur des tasseaux horizontaux. Des planches ou des lattes viennent se superposer pour former couvre-joint. Afin de favoriser l'écoulement de l'eau, les lames sont découpées en sifflet pour former larmier en partie basse et doivent être protégées en tête. On peut également poser les planches en recouvrement les unes des autres (pose à clin vertical).

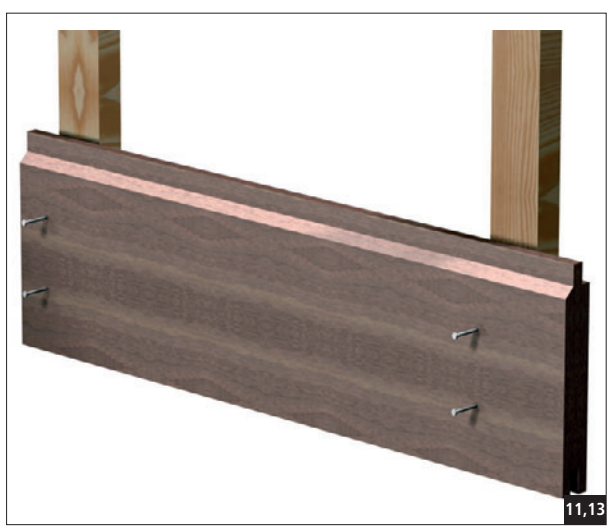

11,13 © Yves Benoit

Fig. 11,13
Il faut deux rangées de pointes au tiers de la largeur lorsque la largeur exposée des lames est supérieure à 125 mm.

11,14 © CNDB

Fig. 11,14
Pose de lames et couvre joints sans feuillure.

11,15 © CTBA

La pose verticale à embrèvement permet la réalisation d'un bardage sans clou apparent pour les lames de faible largeur (inférieure à 100 mm sans finition, ou inférieure à 125 mm avec une finition), la pose d'un seul clou latéral étant suffisante.

Pose horizontale

La pose à clin est simple à mettre en œuvre même sur des grandes longueurs. Elle est cependant plus salissante que la pose verticale (les coulures de l'eau sont perpendiculaires au sens des fibres). Elle consiste à disposer les lames horizontalement, chaque lame venant recouvrir partiellement la précédente. La pose à clin peut être effectuée sans lame d'air sur parement brut continu de mur à ossature bois. Les clins sont alors fixés dans les montants d'ossature à travers le pare-pluie et le panneau de parement.

Lors de la pose horizontale à embrèvement, la languette des lames à embrèvement doit toujours être posée en partie supérieure.

11,17 © Finnforest France

11,19 © Doerken France SAS

11,16 © Canexel - Duracolor

11,18 © Canexel - Duracolor

Fig. 11,15
Pose de lames décalées.

Fig. 11,16
Pose à clin horizontal.

Fig. 11,17
Pose de lames horizontales à rainures.

Fig. 11,18
Pose de lames horizontales à feuillure.

Fig. 11,19
Pose à claire voie.

Pose inclinée

Par différence avec les poses verticales et horizontales, la pose inclinée ne favorise pas l'écoulement de l'eau. Elle entraîne des risques importants de rétention d'eau en partie basse des lames inclinées qu'il est nécessaire d'évacuer par un dispositif de drainage. Par ailleurs, l'inclinaison des lames peut entraîner des illusions d'optique pouvant faire paraître courbes des éléments droits.

© Cruard

Fig. 11,20
Pose inclinée.

Fig. 11,21
La ventilation est optimum lorsque les tasseaux sont verticaux pour la pose horizontale des lames.

Détails de mise en œuvre

Pare-pluie

Le pare-pluie protège la paroi des pénétrations accidentelles. Sa perméance à la vapeur d'eau est importante (mini = 0,5 g/m².h.mmHg) pour que l'humidité de la paroi s'échappe. Les principaux pare-pluie utilisés sont : les feutres bitumés, les panneaux de fibres de bois bitumés et les films polyéthylène ou polyester non tissés et microperforés.

Le pare-pluie doit être posé avec des recouvrements horizontaux minimum de 10 cm et des recouvrements verticaux de 5 cm.

En l'absence de film pare-pluie, il est nécessaire de protéger provisoirement les éléments de murs lors de la phase chantier, avant la pose du revêtement extérieur, et d'assurer la continuité de l'étanchéité à l'eau et à l'air au droit des joints de panneaux de contreventement (mise en place d'un joint étanche en périphérie des panneaux).

Lame d'air

L'épaisseur de la lame d'air est généralement comprise entre 15 et 30 mm. La ventilation doit se faire par des orifices ayant au moins une largeur de 1 cm. Les entrées et les sorties doivent avoir une section minimum de 50 cm²/m. et être munies de préférence de dispositifs anti-rongeurs et anti-insectes (profilés spéciaux, grillage…).

Le lattage vertical pour des lames horizontales permet une bonne ventilation. En cas de lattage horizontal (pour des lames verticales), il faut prévoir soit une discontinuité des lattes tous les 2,50 à 3 m avec une mise en quinconce des espaces afin de favoriser la circulation de l'air et l'écoulement des eaux accidentelles, soit la mise en place d'un support vertical (double tasseautage) sur lequel est fixé le lattage horizontal.

© Canexel

11,22 © Leduc SA

11,22 © Leduc SA

Pied de bardage

Afin d'éviter les risques dus au rejaillissement des eaux de pluies, le bardage se trouve à au moins 200 mm du sol fini. Par ailleurs il recouvre de 30 mm la lisse basse pour la protéger des eaux de ruissellement. Une coupe en sifflet formera une goutte d'eau pour éviter toute remontée capillaire en pied de bardage des lames verticales.

11,23 © CNDB

Raccordement entre revêtements

Les jonctions entre revêtement ne doivent pas s'opposer à l'évacuation de l'eau et à la ventilation de la lame d'air.

Lorsque le raccordement est horizontal et dans le même plan, on réalise une feuillure ou un sifflet dans la partie basse de la lame, ou, on utilise des bavettes métalliques, en aluminium ou en PVC, formant larmier.

Une autre méthode consiste à décaler les lames du niveau supérieur afin de recouvrir le revêtement du niveau inférieur. Pour les jonctions verticales, on utilise un couvre-joint ou un profilé métallique formant canal d'écoulement des eaux.

11,24 © CNDB

Raccordement avec les menuiseries extérieures

Les menuiseries sont protégées en partie supérieure par un bardage formant larmier ou plus fréquemment par un solin métallique.

Ces dispositifs assurent le rejet des eaux de ruissellement en avant de la façade. Latéralement le bardage peut être protégé par des planches cornières ou embrevées dans un cadre tableau formant un U.

11,25 © CNDB

Fig. 11,22
Lorsque les lames sont verticales, les tasseaux sont horizontaux. Ils sont espacés en quinconce ou ils sont fixés sur un double – lattage pour assurer la ventilation.

Fig. 11,23
La partie basse du bardage est à 20 cm du sol pour limiter la durée d'humidification.

Fig. 11,24
Exemple de raccordement horizontal avec une bavette.

Fig. 11,25
Larmier protégeant la fenêtre.

© CNDB

Fig. 11,26
Raccordement latéral par embrèvement dans le cadre tableau.

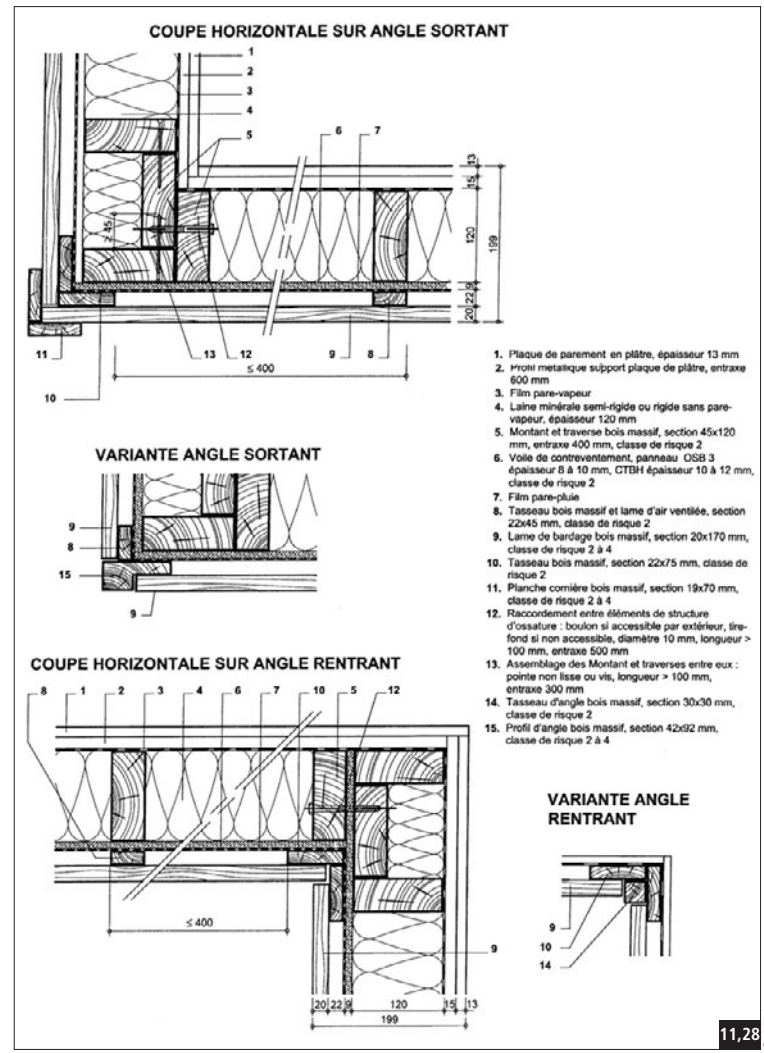
Fig. 11,27
Profilés d'angles sortant et rentrant.

Fig. 11,28
Raccordement latéral par embrèvement dans le cadre.

Raccordement des angles

En général, le raccordement aux angles sortant des lames se fait par recouvrement avec un profilé en L ou par juxtaposition de deux planches, dites « cornières ». Il est impératif de tenir compte des vents dominant pour sélectionner la planche qui recouvre l'autre. Les angles rentrants sont traités avec un carrelet, deux planches ou un solin métallique.

© Canexel



© CTBA

Bardages en bois reconstitué

Ces lames sont profilées à partir de panneaux de fibres ou de particules de bois collées à haute densité (type Canexel ou Masonite). Elles sont revêtues d'une finition opaque appliquée en usine d'une durée de vie garantie plus de 10 ans sans entretien. Elles sont posées comme des bardages en bois massif, sur liteaux et pare-pluie.

Ces systèmes n'étant pas traditionnels, ils doivent relevés d'une procédure d'avis technique ou d'Agrément technique européen.

© Canexel

Bardages en bardeaux

Les bardages en bardeaux sont constitués par des planches de faible longueur fendues ou sciées. Les bardeaux sont cloués sur une ossature secondaire qui assure la ventilation. Avant la pose des bardeaux, il faut mettre en place un pare-pluie continu.

Ce type de revêtement est une solution sèche présentant une bonne compatibilité avec les techniques d'ossature en bois mais relativement longue à mettre en œuvre.

Les bardeaux en bois s'adaptent à des volumétries complexes. La richesse de leurs combinaisons et de leurs textures permettent une grande variété d'expressions architecturales.

© CTBA

Fig. 11,29
Bardage en bois reconstitué.

Fig. 11,30
Les bardeaux permettent une grande variété d'expressions architecturales.

Matériaux et classe d'emploi

Les essences les plus couramment utilisées sont le châtaignier, mélèze et plus rarement l'épicéa et le chêne pour les essences locales, red-cedar, white-cedar, séquoia pour les essences importées.

L'humidité et la classe d'emploi sont identiques au bardage en lame de bois massif, c'est à dire une classe d'emploi 3.

Types de bardeaux

Les bardeaux sciés industriellement sont plus économiques, mais en sectionnant des fibres lors du sciage on augmente la porosité du matériau, ils sont donc plus vulnérables aux champignons. Les bardeaux fendus présentent une épaisseur et un état de surface souvent irrégulier car la fente du bois est liée aux fibres du bois. Mais ce sont des produits à fibres continues moins imprégnables que les bardeaux sciés. Ils possèdent une grande longévité dans le temps.

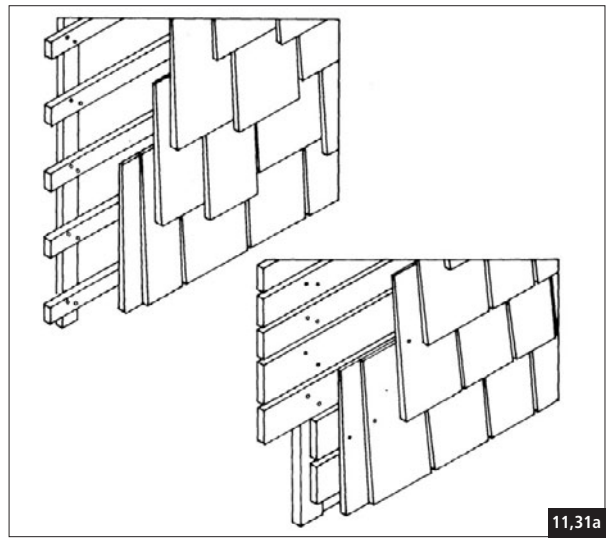
L'extrémité exposée du bardeau est généralement droite. Elle peut être en arrondie, en diamant, octogonale… en fonction du décor recherché.
La largeur des bardeaux est généralement comprise entre 60 et 300 mm. L'épaisseur est plus fine à l'extrémité destinée à être recouverte et plus épaisse à l'extrémité exposée. Elle varie entre 3 et 15 mm. La longueur est comprise entre 200 et 600 mm.

Fixations et supports

La fixation s'effectue le plus souvent par deux pointes en acier inoxydable enfoncées à 25 mm au-dessus de la ligne de pureau et à 20 mm de chaque bord. Lorsque les bardeaux ont une largeur supérieure à 200 mm, on place une troisième pointe entre les deux autres.
La pose des bardeaux s'effectue sur supports continus (volige) ou discontinus. Les tasseaux répondent aux mêmes règles que pour le bardage en lame de bois massif.

Pose

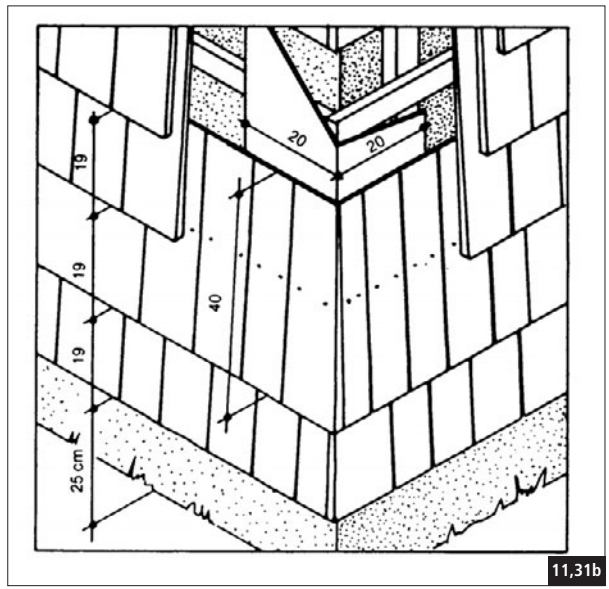
La pose à simple recouvrement est la technique la plus courante. À l'exception du premier rang qui est souvent posé à double recouvrement, les bardeaux sont disposés en simple épaisseur sur chaque rang. Le pureau, c'est-à-dire la partie exposée, ne doit jamais être supérieure à la moitié de la longueur des bardeaux moins 10 mm.
Les joints du rang de surface doivent être décalés d'au moins 40 mm des joints des rangs du dessous. Le bout du bardeau exposé déborde d'environ 15 mm sur le bout du bardeau en dessous. Les rangs de bardeaux doivent être ajustés pour s'aligner sur les parties hautes et basses des ouvertures et d'une manière générale sur toutes les bandes horizontales.
La ventilation est assurée par l'espacement des liteaux de fixation. La pose directe sur panneaux dérivés du bois est admise compte tenu de la faible épaisseur des bardeaux, de la présence de nombreux espaces vides liés à la pose et pour les bardeaux dont l'essence ou le


11,31a

© CTBA

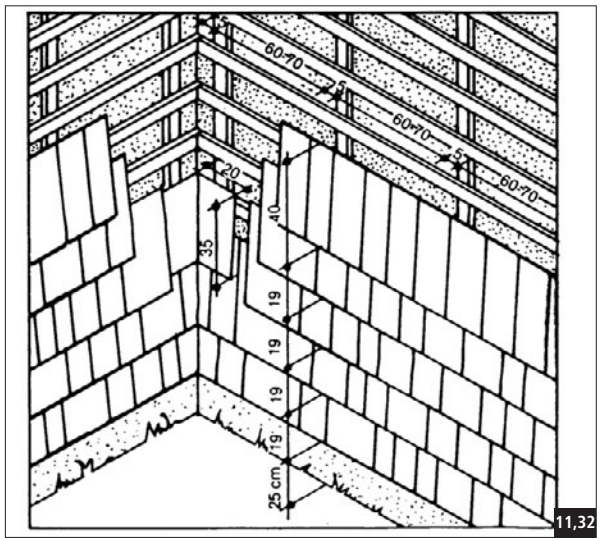
Fig. 11,31a et b
Principe de pose des bardeaux sur tasseaux ou sur volige.

traitement assurent une bonne durabilité. Lorsque le support est discontinu, la ventilation est assurée par l'espacement des tasseaux de fixation.
Les détails de mise en œuvre (pare-pluie, lame d'air, pied de bardage, raccordement entre revêtements,



11,31b

© CTBA



11,32 © CTBA

avec les menuiseries extérieures et avec les angles) sont identiques aux bardages en lames.
Les bardeaux peuvent être laissés bruts et grisent dans le temps.

Bardeaux en panneaux dérivés du bois

Afin de faciliter la pose, on trouve sur le marché des panneaux préfabriqués de bardeaux comprenant un ou deux rangs fixés sur des liteaux. D'une longueur voisine de 2,50 m et d'une largeur comprise entre 24 cm (1 rang) et 40 cm (2 rangs), ces panneaux, sont aussi plus rapides (pour les panneaux larges) à mettre en œuvre que les lames.
Ces bardeaux n'étant pas traditionnels, ils doivent relevés d'une procédure d'avis technique ou d'Agrément technique européen.

11,33 © Joubert

Bardages en panneaux contreplaqués

Les bardages en panneaux contreplaqués sont des revêtements extérieurs destinés à recouvrir les parois verticales. Ils assurent une fonction d'enveloppe et ne participent pas au contreventement. Les panneaux sont disposés verticalement et généralement fixés par vissage ou clouage sur une ossature secondaire qui permet la ventilation. Comme les lames et les bardeaux, ce type de revêtement est une solution sèche présentant une bonne compatibilité avec les techniques d'ossature en bois. Les bardages en panneaux obligent à un travail de calepinage soigné qui donne aux façades une expression particulière.

11,34 © PLYSORÓL

Matériaux et classe d'emploi

Le contreplaqué utilisé en bardage est de qualité extérieur conforme à la norme NF EN 636/3 (CTB-X) et bénéficie d'une garantie du fabricant pour usage

Fig. 11,32
Raccordement d'angles sortant et rentrant.

Fig. 11,34
Bardage en panneaux dérivés du bois.

Fig. 11,33
Bardeaux en contreplaqué.

en bardage extérieur. Quelle que soit l'essence de bois utilisée, les panneaux doivent recevoir une finition, de type lasure, peinture ou RPE…
Les panneaux en bois tropicaux ou en feuillus indigènes doivent avoir une face de classement d'aspect 2 et les panneaux en bois résineux de classement d'aspect 1. De plus, pour éviter les pièges à eau, le premier pli sous la face ne doit comporter ni joint monté ou écarté, ni fente ouverte d'une largeur supérieure à 5 mm, ni nœud sauté d'un diamètre supérieur à 10 mm.

Les panneaux avec chants droits est la solution la plus courante. Il s'adapte à tous les types de pose. Les panneaux avec chants à rainure et languette ou à feuillure facilitent les recouvrements entre panneaux lors de la pose. Les panneaux rainurés pleine face imitent le lambris. Bien que certains panneaux rainurés bénéficient d'un label « extérieur » CTBX (pose des rainures verticalement), il est déconseillé de les utiliser pour des parements exposés directement à la pluie, les rainures piégeant l'eau et favorisant la délamination dans le temps des panneaux.

Les panneaux de contreplaqué doivent être composés de 5 plis au minimum et avoir une épaisseur minimale de 10 mm. Les dimensions dépendent des fabricants :
- Épaisseur : 10,12,15,18, 22 mm
- Largeur x Longueur : 50 x 250 cm, 122 x 250 cm, 153 x 310 cm…

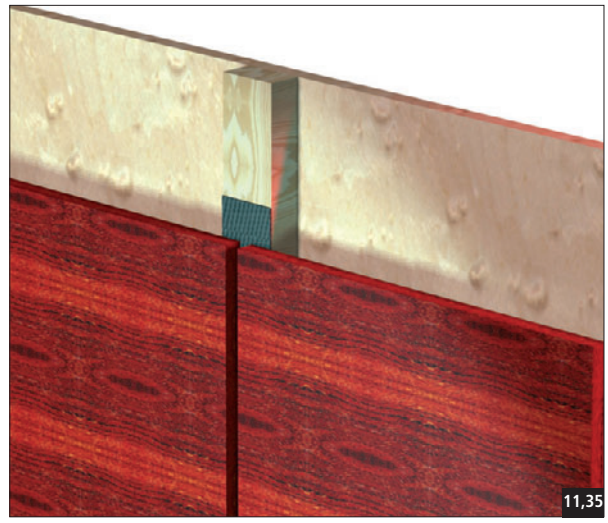
La classe d'emploi est la 3 car le bardage est exposé aux intempéries. S'il y a des pièges à eau la classe d'emploi devient 4. Le risque de bleuissement est à envisager comme risque complémentaire pour les panneaux en essences sensibles (résineux).

Les tasseaux formant l'ossature secondaire ne sont pas exposés aux intempéries et donc en classe de risque 2.

Fixations, support et finition

Des vis ou des pointes annelées en acier inoxydable doivent pénétrer d'au moins 25 mm dans les supports et sont disposées tous les 300 mm au maximum, à une distance minimale des bords des panneaux de 10 mm. Les tasseaux répondent aux même règles que pour le bardage en lame de bois massif. Leur entraxe ne doit pas excéder 50 fois l'épaisseur du panneau.

La pose et les détails de mise en œuvre (pare-pluie, lame d'air, pied de bardage, raccordement entre revêtements, avec les menuiseries extérieures et avec les angles) sont identiques aux bardages en lames. Le joint creux non garni est particulièrement adapté à ce revêtement. Le support doit alors être protégé par une bande de protection d'une largeur supérieure de 30 mm à celle du joint. Les chants des panneaux doivent être protégés par un produit de finition.



© Yves Benoît

Fig. 11,35
Le joint creux non garni est particulièrement adapté au bardage en panneaux dérivés du bois.

La protection des panneaux après pose est nécessaire. Elle est assurée par une peinture, une lasure ou un vernis pour extérieur. Les chants doivent être protégés, surtout s'ils sont exposés aux intempéries. Si le bardage est destiné à être peint, on peut utiliser

des panneaux assemblés par collage phénolique, même si ceux-ci ont un pH de surface légèrement basique. Si au contraire, ces panneaux doivent recevoir une finition par lasure, il faut utiliser des panneaux assemblés par collage mélamine ou autre à pH neutre.

Finition revêtement plastique épais (RPE)

Afin d'obtenir un aspect crépis, il est envisageable d'appliquer un revêtement plastique épais sur les panneaux de bardage. Le panneau support reçoit en atelier, sur ses 6 faces, un produit primaire de façon à ce qu'il ne s'imprègne pas d'humidité sur le chantier avant l'application du RPE et que les deux faces soit équilibrées. Lors de la pose du panneau, il faut respecter un jeu entre les plaques pour réaliser le joint qui permettra une variation dimensionnelle du panneau. Les joints de jonction horizontaux sont réalisés par débords du panneau haut décalé sur panneau bas ou par bavette aluminium. La réalisation des joints entre panneaux doit être effectuée avec soin et avec des produits spécifiés dans l'avis technique :

- Fond de joint sur l'ossature ou le liteau pour éviter qu'il n'adhère,
- Joint de remplissage en mousse,
- Joint à la pompe,
- Calicot ou marouflage.

Lors de l'application du RPE, la température doit être supérieure à 5°C et il ne doit pas pleuvoir sur le RPE pendant l'application et le temps de séchage. Par ailleurs, il faut éviter un aspect trop «rugueux» qui favorise l'apparition de micro-organismes salissant la façade.

Cet ensemble de conditions (non exhaustives) rend cette solution technique délicate à mettre en œuvre. Cette peinture épaisse fait partie de la garantie décennale. Elle doit faire l'objet d'un entretien régulier, en général tous les 7 ans, afin d'assurer la protection du panneau.

Bardages en bois panneautés

Il est également envisageable d'utiliser en bardage des panneaux de types bois panneautés (panneaux multi plis massifs) conformes à la norme EN 13353/SWP/3. La mise en œuvre de ces panneaux répond aux mêmes exigences que pour du bardage en contreplaqués.

À ce jour, les bois panneautés ne sont pas répertoriés par le DTU 41.2.

Panneaux bois-ciment

Ces panneaux sont fabriqués sous pression à partir de particules de bois liées par des ciments portland. Fortement compressés, de couleur gris beige ils présentent des surfaces lisses et dures. La minéralisation des copeaux de bois offre à ces panneaux un bon comportement au feu (M1), à l'humidité, aux insectes et aux chocs. Ils sont généralement fabriqués à chants droits. Ces panneaux peuvent être utilisés soit sous forme de lames préformés avec une finition appliquées en usine, soit sous forme de panneaux avec un revêtement plastique épais (RPE) appliqué sur chantier comme pour le contreplaqué.

Dimensions standards :

- Épaisseurs : 8, 10, 12, 16, 22, 25, 28, 32, 40
- Dimensions : 305 x 125, 260 x 125, 120 x 60, 60 x 60

Leur mise en œuvre doit se faire conformément aux avis techniques les concernant.

Panneaux stratifiés à haute densité

Ces panneaux sont à base de résines thermodurcissables liant des fibres de cellulose sous haute pression à haute température. Sa surface décorative est un papier imprégné de résine ou une feuille de placage de très faible épaisseur. Le classement au feu est M1.

- Épaisseurs : 6, 8, 10, 13, 16, 20
- Dimensions : 153 x 305, 255 x 186

Ces panneaux n'étant pas traditionnels, ils doivent relevés d'une procédure d'avis technique ou d'agrément technique européen.

Pierres minces attaches

Cette technique consiste à utiliser des parements en pierres naturelles de faible épaisseur (15 à 30 mm). Lorsque les pierres sont très minces, et afin de limiter la fragilité aux chocs, on dispose sur les liteaux un coffrage perdu pour obtenir un support continu (panneaux de fibres-ciment par exemple).

Les pierres sont fixées par quatre pattes d'accrochage réglables en acier inoxydable. Celles-ci sont introduites dans les rainures horizontales pratiquées dans la pierre. Les pierres peuvent aussi être clipsées sur des profils horizontaux adaptés. Cette solution facilite le remplacement d'une pierre en cas de bris.

La mise en œuvre est effectuée sur un support discontinu protégé par un pare-pluie avec une lame d'air ventilée ayant en tout point une épaisseur supérieure à 10 mm. L'entraxe maximal est inférieur à 0,40 m avec une largeur d'appui minimum de 35 mm.

Fig. 11,36
Pose des pierres sur mortier.

Mur de doublage en maçonnerie

Le mur, d'épaisseur inférieure ou égale à 10 cm ne joue aucun rôle mécanique et ne supporte que son propre poids. Il a un rôle esthétique et sert d'écran partiel contre la pluie fouettante. Il reste apparent et est réalisé en brique ou en pierre de parement, en brique creuse ou en parpaing à enduire selon les conditions du DTU 26.1 « Enduits ou mortiers de ciments de chaux et de mélanges plâtres et chaux aérienne ».

Les maçonneries minces enduites se fissurent facilement, mais ne présentent qu'un inconvénient esthétique car l'ossature est protégée par un pare-pluie et est séparée par une lame d'air.

Les principales conditions de mise en œuvre sont les suivantes (DTU 20.1) :

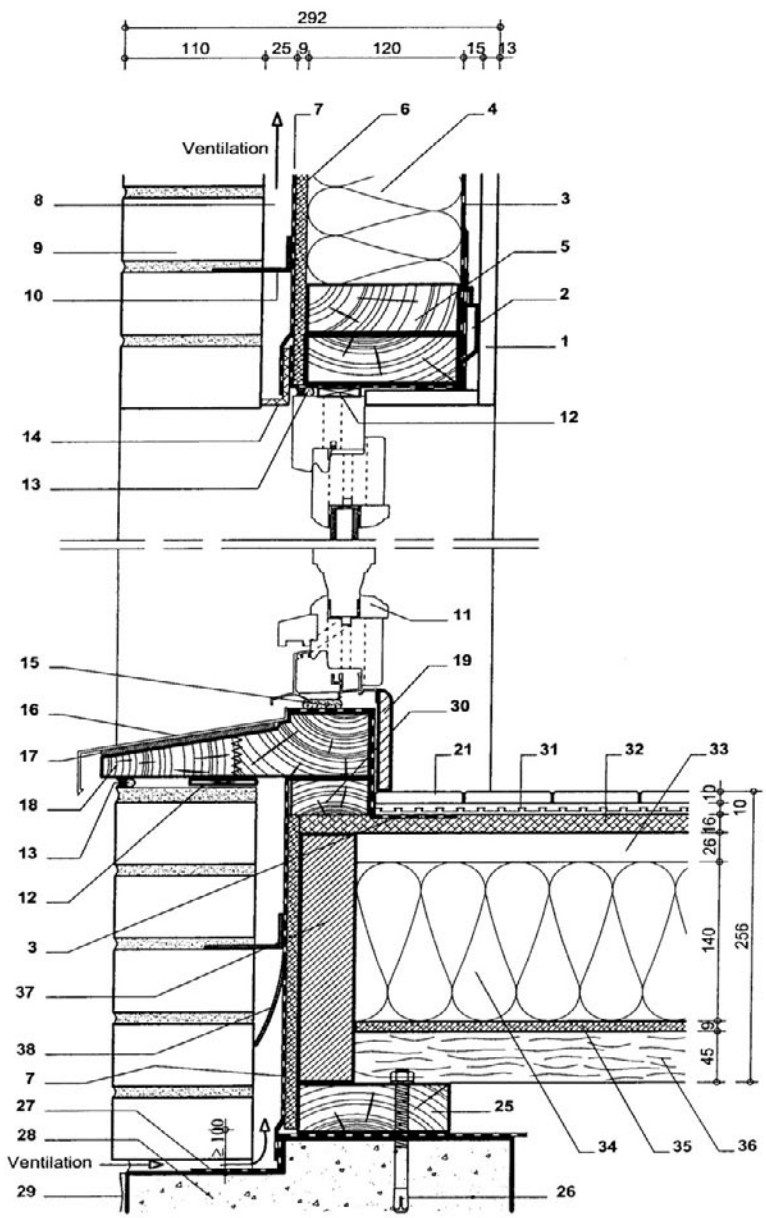
- Si l'ossature n'est pas protégée par un pare-pluie, la distance minimale entre les deux parois est de 2,5 cm, (rappelons que le pare-pluie est obligatoire pour les murs à cavité ouverte). Il est inévitable, lors de l'édification du mur en maçonnerie ou en pierre de taille, que le ciment des joints déborde dans la lame d'air jusqu'à toucher par endroits le colombage. Pour assurer la salubrité de la paroi, il est important qu'un dispositif de collecte et d'évacuation des eaux vers l'extérieur existe.

En partie basse, le pare-pluie recouvre la barrière d'étanchéité et l'eau est évacuée par les chantepleures (fente verticale). En outre, si le pare-vapeur est d'une faible perméance, le risque d'humidité est presque inexistant comme en témoignent de nombreuses maisons scandinaves et nord-américaines, dans lesquelles la maçonnerie est bâtie directement contre le pare-pluie.

- La ventilation basse est généralement réalisée sur le deuxième rang de briques. On forme des chantepleures en laissant creux un joint vertical sur deux (minimum d'ouverture : 10 cm²/m.l. de façade), ce qui permet l'évacuation d'éventuelles eaux de condensation.
- La ventilation haute se fait en laissant la lame d'air ouverte dans la sous-toiture ou sous un larmier métallique.
- La liaison de la maçonnerie à l'ossature est réalisée par des attaches métalliques fixées dans les mon-

© CNDB

COUPE VERTICALE SUR PLANCHER BOIS P02



1. Plaque de parement en plâtre, épaisseur 13 mm
2. Profil métallique support plaque de plâtre, entraxe 600 mm
3. Film pare-vapeur
4. Laine minérale semi-rigide ou rigide sans pare-vapeur, épaisseur 120 mm
5. Montant et traverse bois massif, section 45x120 mm, entraxe 400 mm, classe de risque 2
6. Voile de contreventement, panneau OSB 3 épaisseur 8 à 10 mm, CTBH épaisseur 10 à 12 mm, classe de risque 2
7. Film pare-pluie
8. Lame d'air ventilée, largeur 25 mm
9. Brique de parement en terre cuite pleine, dimension 55x110x220 mm
10. Attache métallique scellées sur les briques
11. Porte-fenêtre bois standard, épaisseur ouvrant 56 mm, double vitrage, U < 2.9 W/m².°K, classe de risque 3a
12. Calage épaisseur < 10 mm, classe de risque 2
13. Fond de joint préformé + joint d'étanchéité mastic
14. Grille anti-insecte perforée, pvc ou métallique
15. Joint d'étanchéité préformé
16. Habillage métallique de la pièce d'appui, épaisseur > 20/10ème
17. Joint préformé pour ventilation de la pièce d'appui, section 5x20 mm, entraxe 100 mm
18. Pièce d'appui bois massif, section 55x210 mm, classe de risque 2 à 3a
19. Plinthe carrelage
21. Carrelage scellé sur sous-couche de désolidarisation, épaisseur 10 mm
25. Semelle d'appui bois massif, section 45x120 mm, classe de risque 3b
26. Fixation semelle d'appui sur mur soubassement : Cheville métallique à expansion ou chimique, diamètre 10 mm
27. Barrière d'étanchéité et anti-capillarité
28. Mur de soubassement maçonné
29. Enduit extérieur
30. Pièce de calage bois massif, section 35x50 mm, classe de risque 2
31. Sous-Couche de désolidarisation posée sur dalle de plancher
32. Dalle de plancher, panneau OSB 2 ou 3, épaisseur ≥ 16 mm, CTBS ou H épaisseur ≥ 19 mm, classe de risque 1 ou 2
33. Solive bois massif, classe de risque 2
34. Laine minérale sans pare-vapeur, épaisseur 140 mm
35. Fond de plancher, panneau OSB 3, épaisseur 8 à 10 mm, CTBH épaisseur 10 à 12 mm, classe de risque 2
36. Tasseau bois massif, section 22x45 mm, classe de risque 2
37. Solive d'about bois lamellé collé ou lamibois, section 45x220 mm, classe de risque 2
38. Grille anti-rongeur perforée, pvc ou métallique

11,37

© CTBA

Fig. 11,37
Mur de doublage en maçonnerie avec lame d'air.

tants d'ossature. Les attaches doivent être légèrement inclinées pour canaliser les condensations éventuelles côté maçonnerie. Pour les hauteurs de parois inférieures ou égales à 3 m, il est nécessaire de placer au moins deux attaches au m² et cinq pour les hauteurs supérieures.

- Une feuillure de 3 cm au niveau de l'assise du mur reçoit la maçonnerie. Elle évite toute rétention d'humidité au pied du mur à ossature bois
- Un relevé d'étanchéité en bas du mur est placé sous le pare-pluie pour recueillir l'eau et l'évacuer par des orifices prévus à cet effet (les chantepleures). Un grillage peut permettre d'éviter la chute des gravats dans la lame d'air située entre les deux parois, mais cet accessoire n'est pas rendu obligatoire par le DTU 20.1.

Crépissage et enduits hydrauliques

Le crépissage à base de liant hydraulique doit être réalisé en deux couches au minimum pour réaliser un voile mince sur une armature d'accrochage fixée sur l'ossature ou bien directement sur un panneau en laine de bois (matériau fibragglo). Il existe des enduits bâtards prêts à l'emploi, destinés à être appliqués à la lance au moyen d'une machine spéciale sous pression d'air comprimé. Ils sont fréquemment utilisés dans les maisons à ossature bois en raison de leur grande facilité d'application. On trouve aussi dans le commerce des enduits dits « mono-couche ». Ceux-ci ont été étudiés pour les supports en maçonnerie ou sur des supports avec une isolation intégrée. Ces produits font l'objet d'avis techniques ou d'agrément technique européen pour la mise en œuvre.

Dans le cas des enduits appliqués sur armature métallique, il faut réaliser préalablement une première couche avant de les utiliser. La première couche, dite « de salissure », a pour seule fonction d'enrober les fils métalliques et de rigidifier le support. L'enduit ne doit pas être serré. Un délai de séchage d'au moins 48 h est nécessaire avant les applications suivantes, afin que l'enduit effectue son retrait. C'est au cours de ce retrait que les fissurations peuvent apparaître. La seconde couche dite « corps d'enduit », d'environ 15 mm d'épaisseur, est serrée à la règle. Une troisième couche éventuelle dite « de finition » peut être appliquée à la suite. Les trois couches doivent avoir une épaisseur d'au moins 25 mm en tout point. En partie basse, l'enduit doit déborder de la fondation en maçonnerie, et un solin métallique doit rejeter les eaux de ruissellement au-delà de la jonction entre maçonnerie et lisse basse. Pour les grandes surfaces, il est nécessaire de recouper l'enduit en surfaces réduites et de formes simples. On gagnera également à désolidariser au couteau l'enduit avant sa prise des tableaux de menuiseries extérieures pour pouvoir ensuite réaliser un joint souple.

La composition et la mise en œuvre du crépi doivent être conformes aux spécifications du cahier des charges DTU 26.1 « Enduits aux mortiers de liants hydrauliques » et aux compléments ou modifications apportées par le DTU 31.2. Il envisage trois types de mise en œuvre, les enduits appliqués sans lame d'air sur une armature métallique, l'enduit désolidarisé par une lame d'air sur une armature métallique et l'enduit appliqué avec ou sans lame d'air sur un matériau fibragglo.

Enduits appliqués sans lame d'air sur une armature métallique

La présence d'un pare-pluie est obligatoire. La fixation de l'armature support de l'enduit est réalisée dans l'épaisseur du parement extérieur s'il est suffisamment rigide, ou dans les montants de l'ossature.

Les parements suffisamment rigides sont :

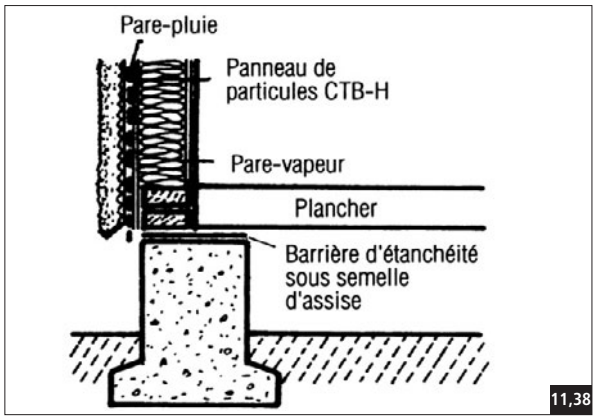
- planche de bois d'épaisseur ≥ 16 mm,
- contreplaqués EN 636/3 (CTB-X) d'épaisseur ≥ 12 mm,
- panneaux de particules EN 312/P5 (CTB-H) d'épaisseur ≥ 16 mm,

• panneaux de particules liés au ciment EN 634/2 d'épaisseur ≥ 16 mm,
• panneaux OSB EN 300/OSB3 ou 4 d'épaisseur ≥ 16 mm.

Dans ce cas, les agrafes pourront être fixées à n'importe quel endroit du parement extérieur sans tenir compte de l'emplacement des montants.

L'armature sera fixée uniquement au droit des montants dans les cas suivants :
• planches de bois d'épaisseur ≥ 10 mm,
• contreplaqué EN 636/3 (CTB-X) d'épaisseur ≥ 7 mm,
• panneaux de particules EN 312/P5 (CTB-H) d'épaisseur ≥ 10 mm,
• panneaux de laine de bois (fibragglo) EN 13/C8
• plaques de fibres-ciment EN 634/2 d'épaisseur ≥ 6 mm,
• Panneaux OSB EN 300/OSB3 ou 4 d'épaisseur ≥ 8 mm.

Les agrafes doivent présenter exclusivement une galvanisation de classe B et pénétrer de 25 mm dans les montants. Une fixation minimale sera assurée tous les 15 cm verticalement et 40 cm horizontalement. En outre, le nombre minimal d'attaches sera toujours de 20 au m².



Enduits désolidarisés par une lame d'air sur une armature métallique

La présence d'un pare-pluie est obligatoire sauf si le mur est à cavité fermée. L'armature métallique doit ménager en tout point un espace de 10 mm avec la paroi.

Lorsque la paroi est revêtue d'un pare-pluie maintenu par des tasseaux, les supports d'enduit doivent simplement comporter un écran pour éviter l'obstruction de la lame d'air par le mortier. Ils sont constitués soit par un treillis soudé protégé contre la corrosion, d'un poids au moins égal à 1 200 g/m² avec une maille maximale de 40 x 60 mm, soit par un métal déployé nervuré, protégé contre la corrosion et d'un poids au moins égal à 1 400 g/m².

Lorsque la paroi ne comporte ni parement extérieur rigide, ni pare-pluie ni tasseau, les supports d'enduit doivent comporter, en partie arrière, un écran assurant une fonction pare-pluie. Ils sont constitués de la même manière que dans le premier cas. Cette conception n'est acceptable que sur une hauteur d'étage.

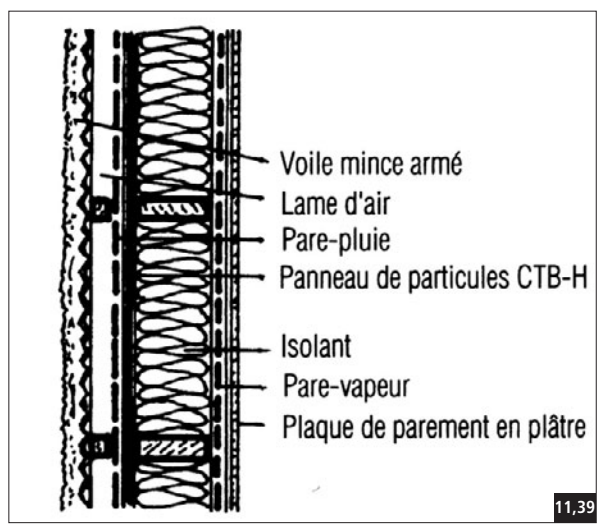


Fig. 11,38
Enduits hydrauliques appliqués sans lame d'air sur une armature métallique.

Fig. 11,39
Enduits hydrauliques appliqués avec une lame d'air sur une armature métallique.

Enduits appliqués avec ou sans lame d'air sur un panneau en laine de bois (matériau fibragglo)

Le panneau en laine de bois doit être continu et peut être mis en œuvre éventuellement sans pare-pluie. Il peut être installé sur support continu. Dans son état final, la paroi peut ne pas comporter de lame d'air. Rappelons que les laines de bois ne participent en aucune façon au contreventement du bâtiment. Leur fixation est réalisée exclusivement dans les éléments de structure et non pas dans le parement extérieur éventuel. Conformément au DTU 31.2, les panneaux doivent être disposés horizontalement (perpendiculairement aux montants de l'ossature), à joints serrés et décalés (pose dite à coupe de pierre). Les petits côtés des panneaux doivent être supportés par un montant. Au raccordement de deux panneaux, la largeur du support doit être ≥ 50 mm pour les panneaux fibragglo d'épaisseur ≤ 50 mm, ≥ 60 mm pour les panneaux fibragglo d'épaisseur supérieure à 50 mm. En partie courante, la largeur du support doit être ≥ 35 mm. La fixation des panneaux dans les supports est réalisée à l'aide de pointes ou de vis.

Revêtements plastiques épais sur doublage isolant extérieur

Ce mode de revêtement n'est pas pris en compte dans les DTU 31-2 et 41.2. Il doit donc faire l'objet d'un avis technique ou d'un Agrément technique européen qui définit notamment les modes de fixation et les panneaux supports. Cette technique permet d'améliorer considérablement l'isolation thermique du bâti par la mise en œuvre d'un doublage isolant continu coté extérieur, et de réaliser une finition en revêtement plastique épais (RPE). L'autre possibilité pour obtenir cette finition est d'appliquer le RPE sur un panneau bois de type contreplaqué ou fibre-ciment, selon les prescriptions du DTU 41.2. L'isolant est constitué de plaques de polystyrène expansé (PSE) armé, ou de panneaux de fibres de bois isolants. Cette peinture épaisse fait partie de la garantie décennale. Elle doit faire l'objet d'un entretien régulier, en général tous les 7 ans, afin d'assurer la protection de l'isolant.

© CNDB

Fig. 11,40
Certains systèmes sous avis technique (STO par exemple), permettent d'appliquer l'enduit directement sur un isolant extérieur.

Feuilles métalliques pliées

Les feuilles sont des bandes de zinc, cuivre ou acier inoxydable d'une longueur pouvant attendre 10 m et de 60 cm de largeur. Ces feuilles sont agrafées entre elles sur toute leur longueur. Le pliage se fait sur chantier ou par préfabrication. Il a pour but d'assurer la rigidité et l'étanchéité des feuilles. La fixation se fait par des pattes clouées, vissées ou agrafées sur un support en contreplaqué, OSB, panneau de particules de 16 à 22 mm d'épaisseur ou sur un voligeage en bois de 20 et 27 mm d'épaisseur. Attention, les supports avec un PH supérieur à 5 (certains panneaux de particules, chêne, châtaignier…) provoquent de la corrosion.

Bacs métalliques

Les bacs sont de grande longueur et d'une largeur voisine de 1 m en acier protégé, en acier inoxydable

ou en aluminium, les bardages métalliques permettent de recouvrir économiquement les grandes surfaces murales. L'existence de nombreux accessoires (profilés d'angle, bavettes diverses…) permet la réalisation simple de tous les points singuliers. Les bacs sont fixés sur des lisses en bois ou des profilés en acier galvanisé. L'écartement moyen est compris entre 1,50 m et 3 m. La fixation des bacs se fait en creux d'ondes par des vis auto foreuses (6 x 25 mm) sur un appui en acier et des vis à bois si le support est en bois. Les vis à tête hexagonale sont munies de rondelles d'étanchéité.

Ardoises

Dérivée des systèmes de toiture, la technique des revêtements muraux en ardoises fait appel à des ardoises naturelles ou en fibre-ciment fixées par des crochets sur un lattage ou un voligeage. Le support peut être réalisé par des voliges ou des liteaux posés sur un contre liteaunage afin d'assurer la ventilation. Les crochets de fixation sont constitués par des fils de 3 mm en acier galvanisé ou de préférence en acier inoxydable. Ils peuvent être à pression pour les épaisseurs de liteaux inférieures à 18 mm et à pointe pour les épaisseurs supérieures. La pose des ardoises à clous est également pratiquée, mais elle rend les opérations de remplacement beaucoup plus délicates en cas de bris. Les ardoises peuvent être posées droites (à pureau entier) ou en diagonale. La pose des ardoises situées en partie basse de façade sur des voliges (support continu) limitera les risques de bris. Tous les points singuliers (angles, baies…) peuvent être réalisés avec des feuilles métalliques façonnées (zinc, cuivre, inox…).

Bardeaux en terre cuite

Les produits à simple accrochage sont voisins des tuiles plates de couverture. Ils se posent à recouvrement en écaille et s'accrochent sur des liteaux en bois. Les produits à double accrochage sont plus élaborés et assurent un meilleur maintient. Ils viennent s'emboîter sur des profilés métalliques ou en bois. Le calepinage sera réalisé afin d'éviter les coupes dans le profil d'accrochage. Une lame d'air d'au moins 20 mm doit être assurée sur la face arrière des bardeaux en terre cuite.

© CNDB

Fig. 11,41
Bardeaux de terre cuite à double accrochage.

12 Revêtements intérieurs

Le choix des combinaisons possibles pour les revêtements de sol, mur et plafond est très important. Chaque type de revêtement est décrit par un DTU. Ce chapitre concerne les revêtements à base de bois, le carrelage sur plancher en bois et les plaques de plâtre.

Revêtements de sol

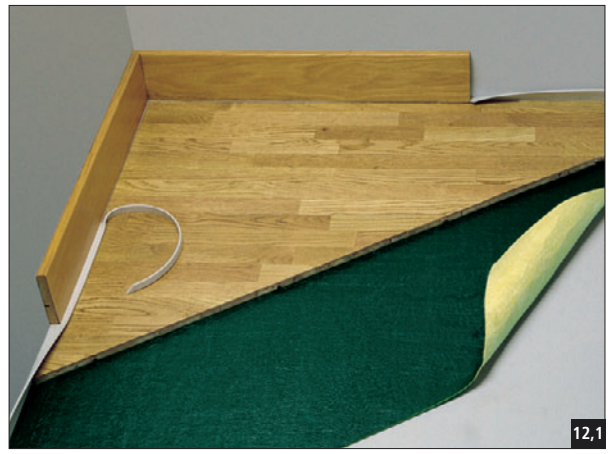
Le choix d'un revêtement de sol sur un plancher en bois dépend de la pièce (sèche ou humide), du type de plancher (sur solive, flottant, en panneaux dérivés du bois résistant à l'humidité…) et de l'état hygrométrique de la sous face du plancher (vide sanitaire, pièce sèche…). L'ensemble de ces combinaisons est précisé dans l'annexe II « Recommandations pour l'emploi des revêtements de sol sur des planchers en bois ou en panneaux à base de bois » du DTU 51.3.

Parquets

On distingue 3 grandes familles de parquets en fonction du mode de pose. Les parquets flottants, les parquets collés et les parquets cloués. Les parquets conviennent sur tous types de plancher pour les pièces sèches. Certains fabricants proposent des parquets de type « pont de bateau » pour les salles de bains.

Parquets flottants (DTU 51.11)

Ce mode de pose est le plus répandu. Il est simple et rapide à mettre en œuvre. En outre, les éléments qui composent le parquet sont finis en usine. Le parquet n'est pas solidaire du support. Les lames, généralement emboîtées par les rainures et les languettes sont fixées entre elles et non pas sur le sol. Il repose sur une sous-couche. Elle augmente l'isolation phonique notamment les bruits d'impact (les pas par exemple) et apporte un confort supplémentaire par sa souplesse. Par contre elle peut induire un effet de résonance. Cette sous-couche peut être en liège, en fibre minérale, en fibre de bois, en mousse de polyéthylène… ou une ancienne moquette à poils courts et denses. Certains modèles sont clipsables.


12,1

© Siplast

Fig. 12,1
Le parquet flottant apporte une bonne isolation phonique car il n'est pas solidaire du support.

Parquets collés (DTU 51.2)

Ces parquets sont collés directement sur une chape de ciment. Ce type de pose rend les lames entièrement solidaires de leur support. Ce qui élimine l'effet de résonance inhérent à la pose flottante et limite au maximum la résistance thermique (notamment dans le cas d'une pose sur sol chauffant). En outre, l'épais-

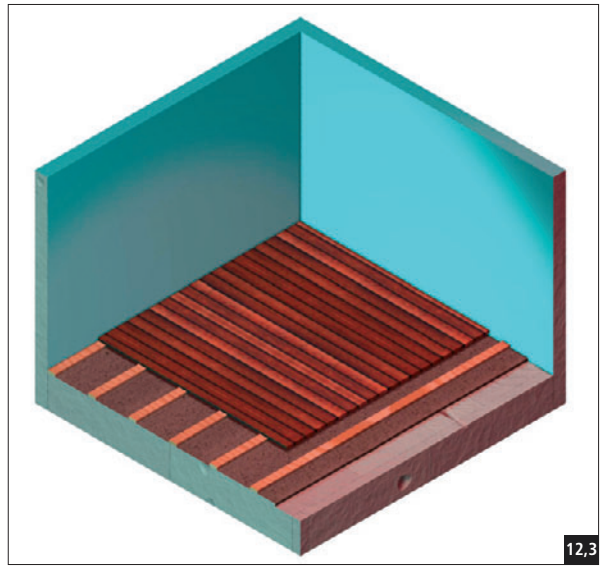
seur totale du parquet est réduite au minimum lorsqu'il n'y a pas de sous-couche. Le support doit être plan et propre, la quantité de colle déposée exacte, les zones travail limitées.... Pour améliorer l'isolation phonique, certains parquets peuvent être collés sur une sous-couche résiliente. L'avis technique de la colle doit prévoir ce mode de pose. La majorité des parquets collés sont composés de lames et lamelles courtes assemblées par un filet ou un papier. La finition sera réalisée sur chantier. Certaines lames massives ou contrecollées et panneaux contrecollés peuvent être également posés collés. Dans ce cas, la finition sera réalisée en usine.

© Sika

Parquets cloués (DTU 51.1)

Ce parquet est constitué de bois brut, de 14 à 23 mm d'épaisseur. Les lames sont clouées sur des lambourdes, solives ou panneaux dérivés du bois. Le parement (la couche d'usure) est important. Il apporte une très grande durabilité et peut être rénové de nombreuses fois par ponçage. Avec certaines essences (balau yellow, teck) et certaines précautions de pose, il est compatible pour les pièces humides telles que les salles de bains.

Cette pose exige sur une dalle des lambourdes. Avec un niveau du sol fini plus haut de 50 à 100 mm. Une réserve doit être prévue pour ne pas avoir de différence de niveau avec les pièces adjacentes.



© Wes Benoît

Par ailleurs ces parquets peuvent être bruyants si aucune isolation phonique n'est prévue.

Carrelage sur plancher bois et sous-couche de désolidarisation

Le carrelage n'est pas directement collé sur un plancher en bois ou en panneaux dérivés du bois. Une sous couche désolidarise les deux matériaux car leurs variations dimensionnelles sont différentes. Ces systèmes de pose sont sous avis technique.

© CNDB

Fig. 12,2
Le parquet collé est particulièrement adapté aux plancher chauffant-raffraichissant car leur résistance thermique est faible.

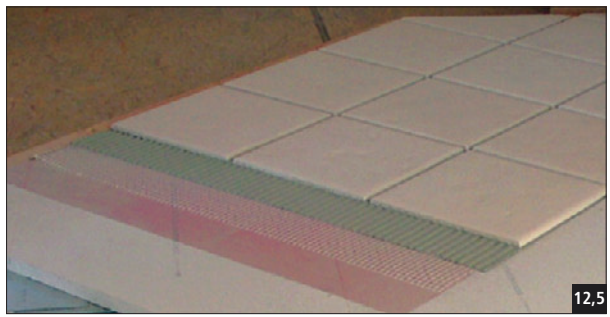
Fig. 12,3
Une réservation importante est nécessaire lorsque l'on pose un parquet cloué sur une dalle en béton.

Fig. 12,4
Pose de carrelage sur dalle bois.

Les poses sur une sous-couche de désolidarisation en polyéthylène ou autre, sont des solutions fiables et adaptées à une mise en œuvre sur plancher bois, de part leur légèreté et leur souplesse. Elles s'utilisent en combinaison avec les revêtements de carrelage pour assurer une fonction d'étanchéité, de couche d'égalisation de la pression de vapeur et de couche de désolidarisation pour des supports à risques. La sous-couche est collée sur le plancher support, et le carrelage est ensuite collé sur la sous-couche.

Carrelage sur plancher bois et plaques de plâtre

Les plaques posées en plancher forment une chape sèche, flottante et légère. Elle est constituée d'une couche lorsqu'elles sont posées sur plancher bois des constructions neuves ou en multicouches, 2 pour du carrelage par exemple, 3 ou 4 plaques dans les locaux nécessitant des performances acoustiques très élevées. Ces plaques de plâtre sont particulièrement résistantes au poinçonnement. Elles sont collées et vissées sur chantier et mise en œuvre généralement sur une forme d'égalisation (granules isolantes par exemple) si le plancher présente des écarts de planéité supérieurs à 5 mm sous la règle de 2 m et/ou des défauts d'horizontalité supérieurs à 3 mm/m. Elles sont toujours posées sur un support continu (jamais directement sur des solives par exemple). Ce type de chape sèche peut être mis en œuvre sur tous les types de planchers sans apporter de surcharge excessive et sans nécessiter la dépose du revêtement de sol existant. Elle améliore les caractéristiques techniques des planchers auxquels elle est associée (acoustique, thermique…). La mise en œuvre s'effectue après réalisation des cloisons séparatives d'appartement et avant ou après la pose des cloisons de distribution et de doublages.



© CNDB

Fig. 12,5
Les plaques de plâtre placées sur ce plancher en OSB permet de poser du carrelage et augmente considérablement l'isolation acoustique.

Pose sur chape

La pose sur forme ou chape est une autre possibilité. Cependant il est préférable d'éviter les systèmes de mise en œuvre qui s'accompagnent d'un apport d'humidité. Lors de la réalisation de la forme pour une pose scellée traditionnelle ou de la chape pour une pose collée, un film polyéthylène de désolidarisation et d'étanchéité est posé avec de larges recouvrements sur le plancher en bois et avec des relevés en plinthe et dans les angles sur une hauteur dépassant de 10 cm le niveau du sol fini.

Revêtements plastiques

Le revêtement de sol des locaux humides peut être réalisé également au moyen de revêtements plastiques type vinylique flexible ou thermoplastique semi flexible mais d'au moins 2 mm.

Le revêtement doit être rendu totalement étanche, éventuellement par soudure, et remonté en plinthe sur au moins 5 cm.

L'objectif est de réaliser à la surface du plancher un revêtement étanche où l'eau de ruissellement pourra être recueillie par les moyens habituels (serpillière, éponge, etc.), mais ne pénétrera pas dans le bois par divers interstices. Certaines solutions font l'objet d'avis techniques.

Revêtement mural et plafond

Il existe de nombreux types de revêtements pour les murs et pour les plafonds. Les plus courants pour la maison à ossature bois sont les lambris, les panneaux dérivés du bois et les plaques de plâtre.

Lambris

Tasseaux

Les tasseaux peuvent être en bois massif ou en panneau dérivé du bois (contreplaqué, latté ou panneau de particules). Les sections courantes sont les suivantes :

- En bois massif : 20 x 30 – 30 x 40 mm
- En contreplaqué ou latté : 10 x 20 – 15 x 30 mm
- En panneaux de particules : 10 x 20 mm

Pose sur tasseaux

L'écartement des supports ne doit pas dépasser 40 fois l'épaisseur des lames, soit 40 cm pour du 10 mm. Les tasseaux peuvent être cloués ou vissés sur la paroi. Le nombre de fixations doit être au minimum de un point tous les 40 cm pour les éléments de longueur supérieure à 0,50 m et de un point à chaque extrémité pour les éléments de longueur inférieure.
La planéité générale des parois est satisfaisante si une règle de 2 m placée en un endroit quelconque ne révèle pas de flèche supérieure à 5 mm. La fixation des lames sur les tasseaux ou lattes s'effectue par clouage, agrafage ou clipsage.

Pose sur support continu

Ce type de pose ne peut être envisagé que sur un panneau dérivé du bois. L'espacement des points de fixation doit respecter les mêmes règles que pour les supports discontinus (40 fois l'épaisseur des lames). La pose s'effectue également par clouage, agrafage ou clipsage.

Pose en sous toiture (comble aménagé)

Une ventilation de la toiture doit être assurée, que la couverture soit étanche à l'air (bardeaux bitumés, bacs aciers, etc.) ou non (tuiles). Dans le cas des couvertures étanches, il faut donc prévoir une lame d'air ventilée ; avec les couvertures perméables, l'air qui traverse la toiture crée une ventilation.
L'emploi d'une barrière de vapeur au-dessus du lambris est nécessaire, lorsqu'une isolation thermique est réalisée.

Pose dans les salles d'eau

Les lambris peuvent être posés dans toute salle d'eau normalement ventilée (ventilation mécanique contrôlée, tirage thermique, etc.).
Lorsque les lambris sont posés en habillage de baignoire ou en revêtement mural (non soumis à l'eau ruisselante), il y a lieu de ménager un espace entre le sol et les lames. On évite ainsi aux extrémités des lambris un contact prolongé avec l'eau éventuellement répandue sur le sol.

Revêtements intérieurs par panneau

Les revêtements en bois et dérivés sont fixés sur supports continus ou discontinus par vissage, clouage, agrafage, clipsage, à l'aide de pattes de fixation ou collé sur un support rigide.

L'écartement maximal des supports restera inférieur à 0,75 m et ne doit pas dépasser :

- 60 fois l'épaisseur des panneaux de particules ;
- 80 fois l'épaisseur des panneaux contreplaqués ;
- 100 fois l'épaisseur des panneaux de fibres durs ;
- 60 fois l'épaisseur des panneaux de laine de bois (fibragglo) ;
- 100 fois l'épaisseur des panneaux de fibres ciments.

Les revêtements en panneaux dérivés du bois, non embrevés, sont supportés et fixés sur leur périphérie tous les 0,30 m au moins. Les organes de fixation mécanique traversant les revêtements (clous, vis, etc.) et posés sans avant-trou sont disposés à plus de 1 cm des bords, quelle que soit leur nature. La tolérance de planéité générale des parois est de 5 mm sur 2 m. Les joints toujours apparents peuvent être marqués par une saillie ou un creux ou être à joints vifs.

Plaque de plâtre

Les plaques de plâtre sont très fréquemment employées dans les constructions à ossature bois. En mur, en plafond sous plancher ou sous comble, elles permettent de satisfaire aux contraintes techniques et réglementaires : protection incendie, isolation acoustique, et elles participent à la stabilité mécanique. Cependant, dans la majorité des applications, les plaques de plâtre ne sont pas pris en compte dans le calcul du contre-ventement, sauf avis techniques. La mise en œuvre des plaques de plâtre sur ossature bois est traitée dans le DTU 25.41 et dans le DTU 31.2.

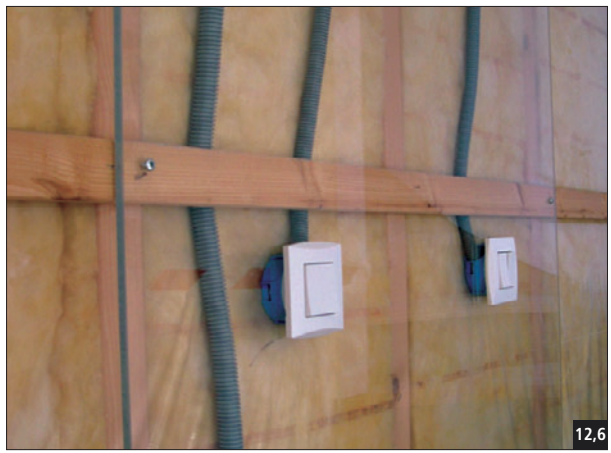
Ossature

La pose des plaques de parement plâtre est effectuée sur une ossature en bois ou en métal.

L'ossature en bois de la maison peut être directement employée. Cependant il est préférable de réaliser une ossature secondaire pour limiter le percement du pare-vapeur et augmenter l'isolation thermique. Les plaques sont fixées par des pointes ou des vis. L'ossature doit offrir une largeur d'appui des plaques d'au moins 35 mm en partie courante, 60 mm au droit du joint entre deux plaques s'il est prévu le clouage et 50 mm s'il est prévu une fixation par vissage des plaques.

Fig. 12,6
Une ossature secondaire limite le percement du pare-vapeur et augmente l'isolation thermique. Pour une meilleure vision, la plaque de verre simule la plaque de plâtre.

Figure 12,7 et 12,8
Les plaques peuvent être directement vissées sur l'ossature de la maison ou sur une ossature intermédiaire.


12,6 © CNDB

Les ossatures en acier sont constituées de profilés en tôle protégés contre la corrosion. Ils doivent permettre une largeur d'appui minimale des plaques de 35 mm nécessaire tant en partie courant qu'au droit d'un joint entre 2 plaques. La fixation est réalisée par des vis.

Pose des plaques sur les parois verticales

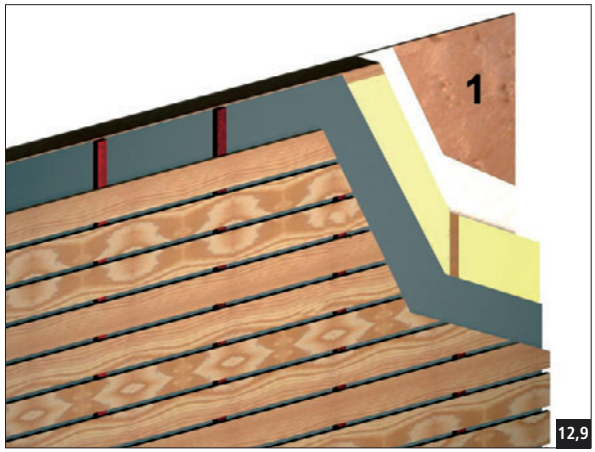
L'épaisseur minimale des plaques est déterminée par la nature du support (tableau 11,1). Cette épaisseur peut être augmentée si les plaques de parement plâtre participent à la stabilité au feu du bâtiment. Sur support continu, la fixation se fait dans l'ossature au travers du support en panneau.

Épaisseur des plaques posées verticalement. (tab.11,1)

TYPE DE SUPPORT	ÉPAISSEUR DES PLAQUES	ENTRAXE DES OSSATURES (M)
Discontinu	9,5	≤ 0,40
Continu	9,5	≤ 0,60
Continu ou discontinu	12,5 et plus	≤ 0,60

12,7 © Leduc SA

12,8 © Leduc SA



12,9 © Yves Benoît

Pose des plaques en plafond

L'ossature est constituée d'éléments parallèles placés à distance régulière. Leur entraxe est fonction de l'épaisseur des plaques. Il est précisé dans le tableau ci-dessous.

Épaisseur des plaques posées en plafond

ÉPAISSEUR DES PLAQUES (MM)	ENTRAXE MINIMALE DES OSSATURES (CM) POSE « PERPENDICULAIRE »
9,5	≤ 50
12,5	≤ 60
15	≤ 60

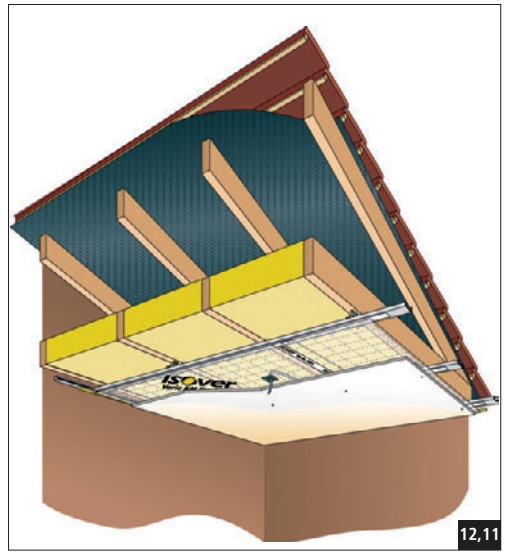
Généralement, les plaques sont posées avec leur plus grande dimension perpendiculaire aux lignes d'ossature (pose « perpendiculaire »). Si les bouts de la plaque ne sont pas amincis, il faut diminuer leur épaisseur pour que le joint soit invisible après finition. Dans certains cas, il est avantageux de poser les plaques « parallèlement » à l'ossature. Toutefois, la résistance mécanique des plaques est inférieure dans cette direction.

12,10 © SAINT-GOBAIN ISOVER

Cette ossature intermédiaire est indispensable lorsque le support est constitué d'entraits de charpentes industrielles, même disposés à faible entraxe.

Les dimensions couramment utilisées pour l'ossature secondaire en bois dépendent de l'entre-axe du support de l'ossature primaire :

- Si le support de l'ossature primaire a un entraxe de 0,60 m, l'ossature secondaire sera de 27 x 35 et 27 x 50 ou 60.
- Si le support de l'ossature primaire a un entraxe de 0,80 m, l'ossature secondaire sera de 36 x 36 et 36 x 50 ou 60.
- Lorsque l'entraxe est supérieur à 0,90 m, il faut ajouter une ossature primaire avec un entraxe inférieur.



12,11 © SAINT-GOBAIN ISOVER

Fig. 12,9
L'ossature secondaire n'est pas nécessaire lorsque la plaque de plâtre est fixée sur un voile travaillant situé à l'intérieur.

Fig. 12,10
Les plaques sont posées perpendiculairement à l'ossature secondaire car leur résistance mécanique est supérieure dans le sens de la longueur.

Fig. 12,11
Les plaques ne sont pas directement fixées sur les entraits de ces fermettes car les légères déformations des entraits se reporteront sur le plafond.

13 Étanchéité à l'air du bâtiment

Tout bâtiment est soumis à des différences de pression entre l'intérieur et l'extérieur par des différences de température et par le vent. Cela provoque des circulations d'air à chaque défaut d'étanchéité. Ces infiltrations et déperditions parasites peuvent réduire les performances thermiques d'un logement à ossature bois de plus de 10 %, entraîner une réduction importante de l'indice d'affaiblissement acoustique des éléments (fenêtres, parois, etc.) et dans certains cas déclencher des désordres tels que phénomènes de « joints-fantômes » ou encore des condensations ponctuelles par pénétration d'air humide.

Le bois est un matériau sensible à l'humidité. Elle entraîne des variations dimensionnelles et de la pourriture si l'humidité est supérieure à 22 % de la masse sèche du bois. Ces variations dimensionnelles augmentent le passage de l'air et amplifient le phénomène. En outre, les jonctions bois sur bois et bois sur maçonnerie ne sont pas étanches à l'air à cause de ces variations dimensionnelles. Par ailleurs, on doit ménager une possibilité de jeu entre les éléments et utiliser des assemblages autorisant de légers glissements aux appuis (pointes, agrafes, plaques à dents, etc.).

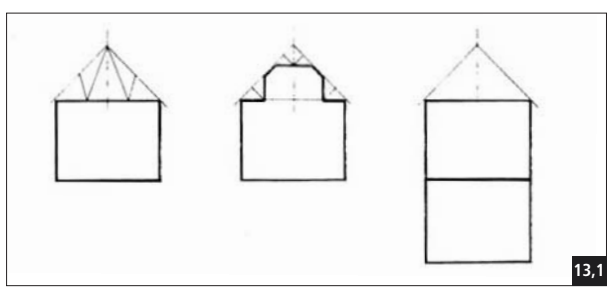

13,1 © CTBA

Fig. 13,1
La totalité de l'enveloppe de la partie chauffée du logement est protégée par un film de l'humidité.

13,2 © Doerken France SAS

Fig. 13,2
Le collage des lès renforce l'efficacité du par-vapeur.

La totalité de l'enveloppe de la partie chauffée du logement sera protégée par un film, généralement le pare-vapeur. Il immobilisera l'air dans les parois extérieures pour limiter les transferts d'humidité dans des parois. Cette solution est efficace à condition que la totalité de l'enveloppe soit continue, ce qui exclut comme seul pare-vapeur l'isolant, même muni d'un papier kraft qualifié de pare-vapeur par le fabricant. Pour conserver la continuité du pare-vapeur il faut limiter et colmater les inévitables percements dans les parois pour y intégrer les divers équipements. Son efficacité sera consolidée si la continuité du pare-vapeur est renforcée à chaque coupure (lés, jonction de murs et plafonds…) par un ruban adhésif ou cordon de mastic. Ce pare-vapeur aura une faible perméance et sera robuste et résistant aux détériorations lors du chantier (épaisseur d'au moins 100 µm). D'autre part, le pare-pluie en film, placé à l'extérieur des parois, sous le revêtement extérieur, contribuera lui aussi, à immobiliser l'air. Une pose soignée avec collage des lés limitera le risque

d'humidité dans la paroi lorsqu'il y a un vent violent et augmentera les performances énergétiques.
On doit aussi tenir compte de la diminution de la ventilation des logements donc de la diminution de l'extraction de l'air humide, pour limiter la consommation d'énergie.
Une autre méthode consiste à maîtriser la perméance de chaque composant de la paroi afin de laisser passer la vapeur d'eau avant l'apparition du point de rosée. Ce type de paroi n'est pas traditionnelle et n'est pas visé par le DTU 31.2.

Parties du bâtiment sensibles

Les points difficiles à traités sont les suivants :
- Jonction de la dalle en béton avec la lisse basse
- Jonction de la lisse basse avec l'élément de structure de mur
- Jonction du plancher d'étage avec la paroi verticale
- Jonction des menuiseries avec la paroi verticale
- Jonction de la paroi verticale avec les entraits porteurs
- Jonction d'angle des parois verticales
- Jonction entre parois verticales extérieures adjacentes
- Percements tels que gaines, conduits et trappes d'accès aux combles
- Coffres de volets roulants
- Équipements électriques et autres fluides.

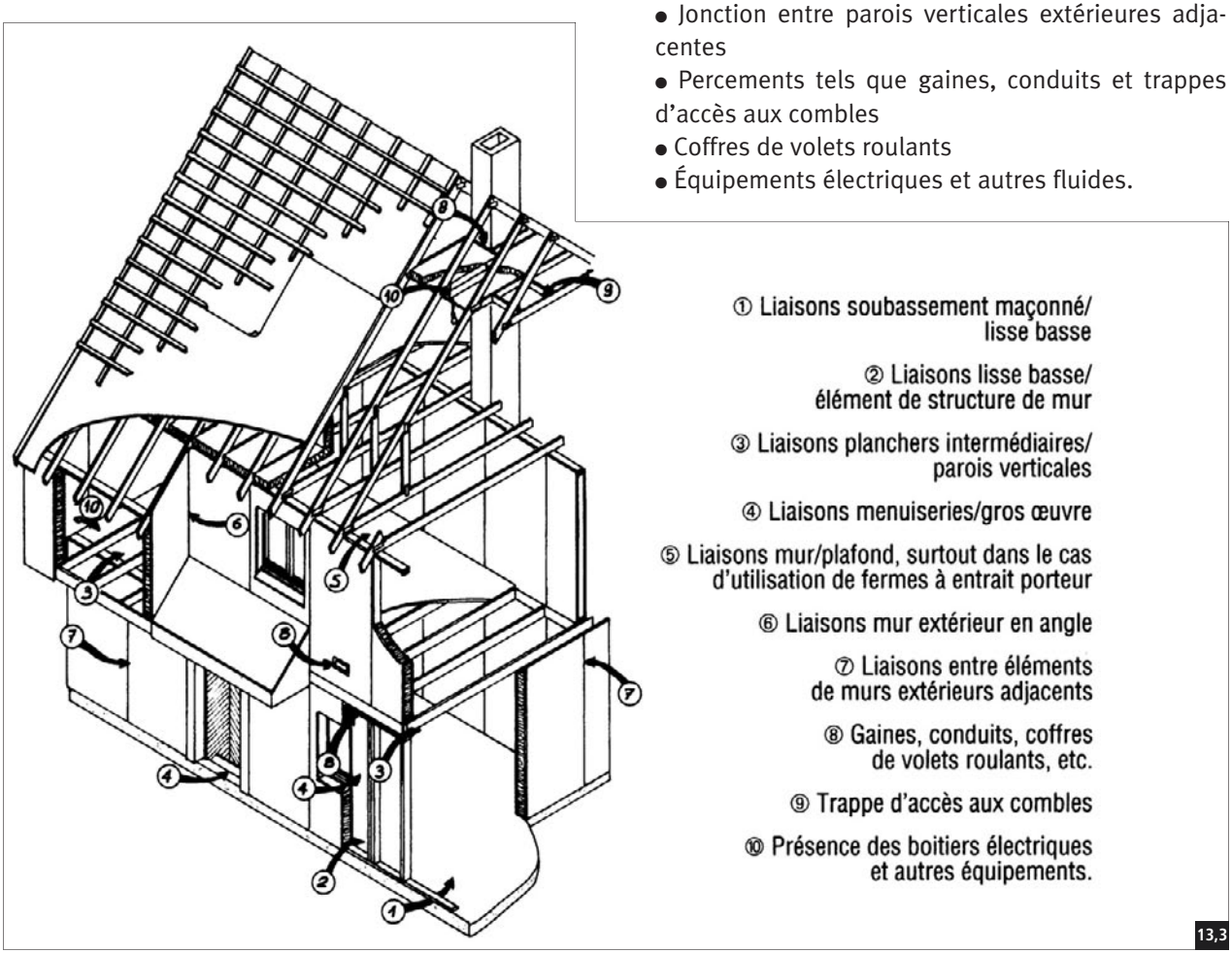
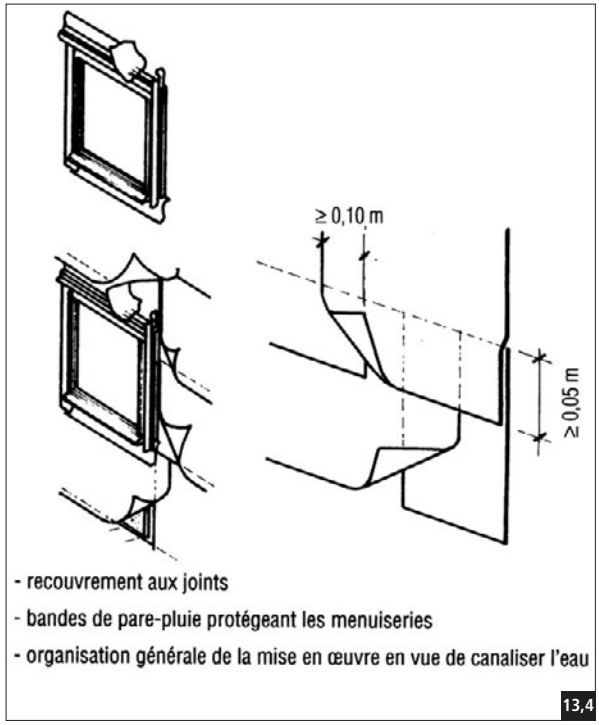


Fig. 13,3
Principales causes d'absence d'étanchéité à l'air d'une construction.

Exemples de solutions

Murs avec pare-vapeur

Pour assurer l'étanchéité à l'air des parois verticales, il faut conserver la continuité du pare-vapeur par recouvrement entre deux morceaux, dans les angles et dans les baies. L'étanchéité entre le soubassement et la lisse basse est assurée par un matériau compressible.



© CTBA

Fig. 13,4
Le pare-pluie doit comporter le minimum de joint. Les recouvrements sont systématiques.

La qualité de l'étanchéité est aussi liée au principe constructif. Les murs extérieurs sans doublage à cavité ouverte présentent de forts risques de pénétration d'air à chaque percement pour les fluides et électricité. Les murs extérieurs avec doublage à cavité fermée sont préférables car le parement extérieur freine le passage de l'air. Les murs extérieurs avec doublage à cavité fermée offrent la meilleure étanchéité car l'espace entre les deux couches isolantes permet le passage des canalisations, des fils électriques et la mise en place des boîtiers électriques sans altérer la continuité du pare-vapeur. Pour éviter tout risque de condensation, Il faut que la température du pare-vapeur soit en hiver supérieure à la température de rosée de l'ambiance intérieure. Cela correspond à une proportion entre la couche isolante extérieure et la couche isolante intérieure de 2/3 – 1/3 pour une région de plaine et de 3/4 – 1/4 pour les régions froides ou d'altitude supérieure à 600 m.

© CNDB

Fig. 13,5
Le collage du pare-vapeur à la jonction des murs et du plafond renforce son efficacité. Le deuxième lit de liteau permet de diminuer les percements du pare-vapeur.

Planchers d'étage

Les murs extérieurs doivent être isolés sur toute leur hauteur, sans discontinuité au niveau du plancher d'étage. S'il n'y a pas étanchéité au niveau du plancher d'étage, l'air froid peut circuler horizontalement, diminuer les caractéristiques d'isolation thermique de la construction et créer une zone avec de la condensation. Pour assurer cette continuité, une bande de pare-vapeur ou de pare-pluie est placée en recouvrement de la traverse haute du mur, avant la mise en place du plancher sur solive (ou de la ferme pignon). La bande de film est ensuite repliée sur la solive d'about et sur le plancher et maintenue en place par la lisse basse de l'élément de mur supérieur avant d'être recouverte par le pare-vapeur de ce

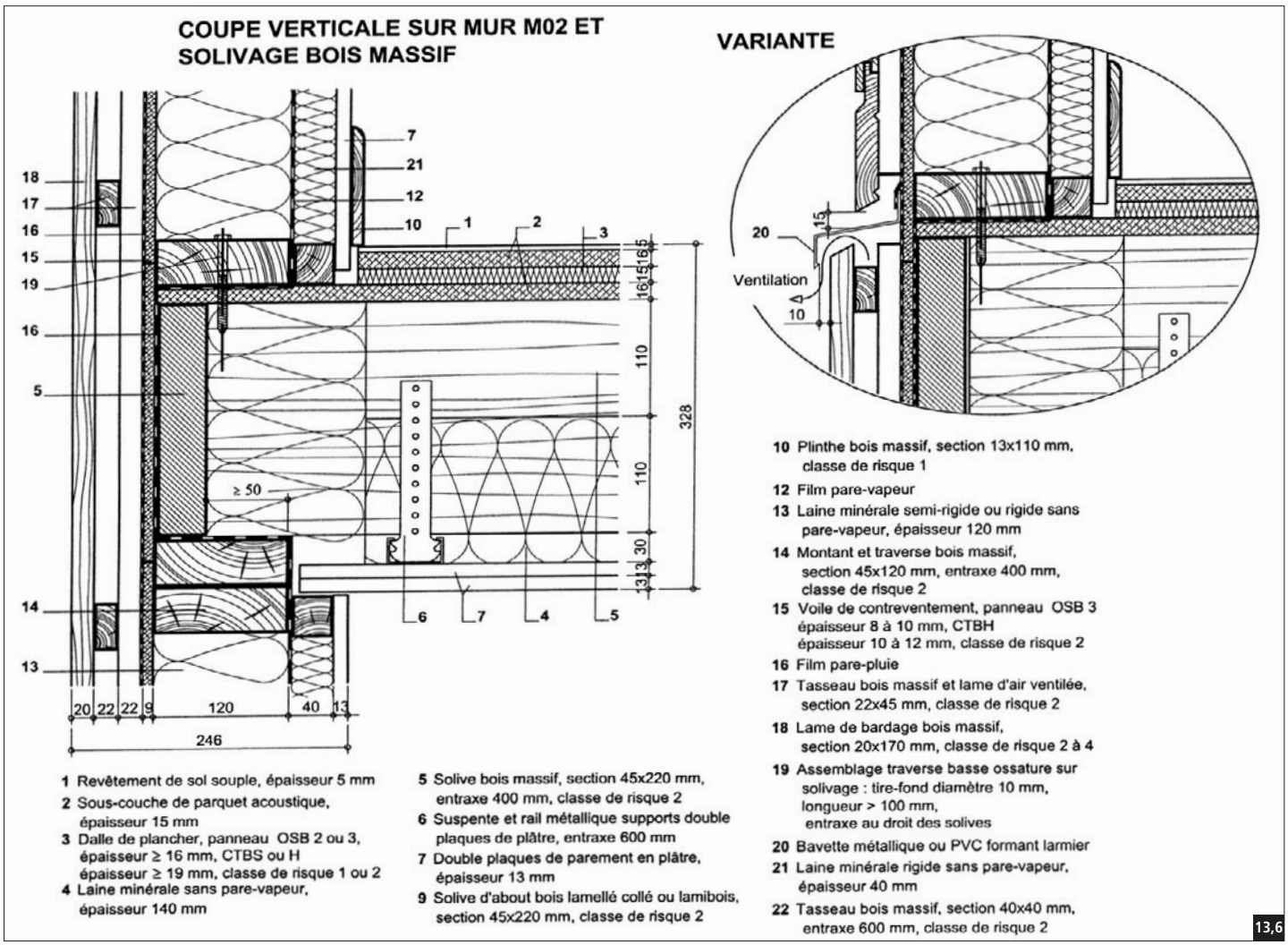
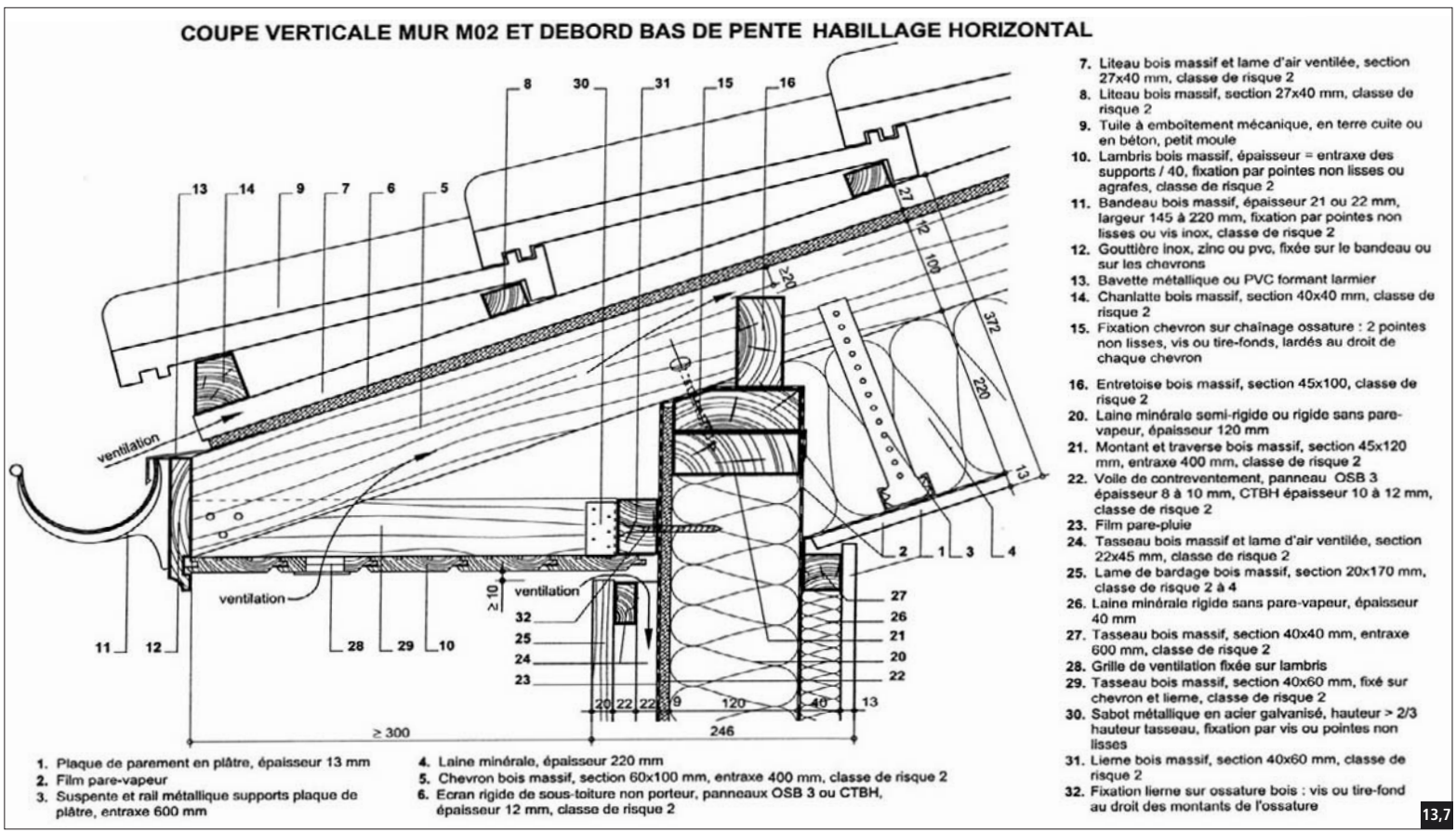


Fig. 13,6
La continuité de l'étanchéité est assurée par une bande de pare-vapeur et pare-pluie placée sur la lisse haute.

dernier. Si un revêtement adhérent (type RPE par exemple) doit être appliqué sur le mur extérieur, le film doit être préalablement recouvert par un panneau de même nature que le support du revêtement.

Comble aménagé et chauffé

Les combles étant chauffés, le pare-vapeur doit « traverser » les entraits des fermes. Le pare-vapeur des murs est replié horizontalement avant la pose des fermes puis il est découpé à l'emplacement des entraits et agrafé pour assurer la continuité de l'étanchéité. Elle est complétée par des bandes adhésives. Des entretoises ferment et facilitent la mise en place du pare-vapeur. Il se raccordera par recouvrement avec le pare-vapeur des combles pour conserver la continuité.



13,7 © CTBA

13,8 © CNDB

Comble non aménagé ni chauffé

L'étanchéité à l'air est bonne lorsque le plafond est en plaques de plâtre posées dans les règles de l'art. Un recouvrement du plafond de 10 cm par le pare-vapeur des murs est suffisant pour assurer une continuité. Les plafonds en lambris, en dalles démontables ou autres éléments ne pouvant pas être étanches nécessitent un film horizontal continu fixé sous les entraits ou les solives.

Coffres de volets roulants

Les parois des coffres de volets roulants sont isolées par une mousse rigide de polyuréthanne par exemple. Une garniture d'étanchéité renforce les parties démontables.

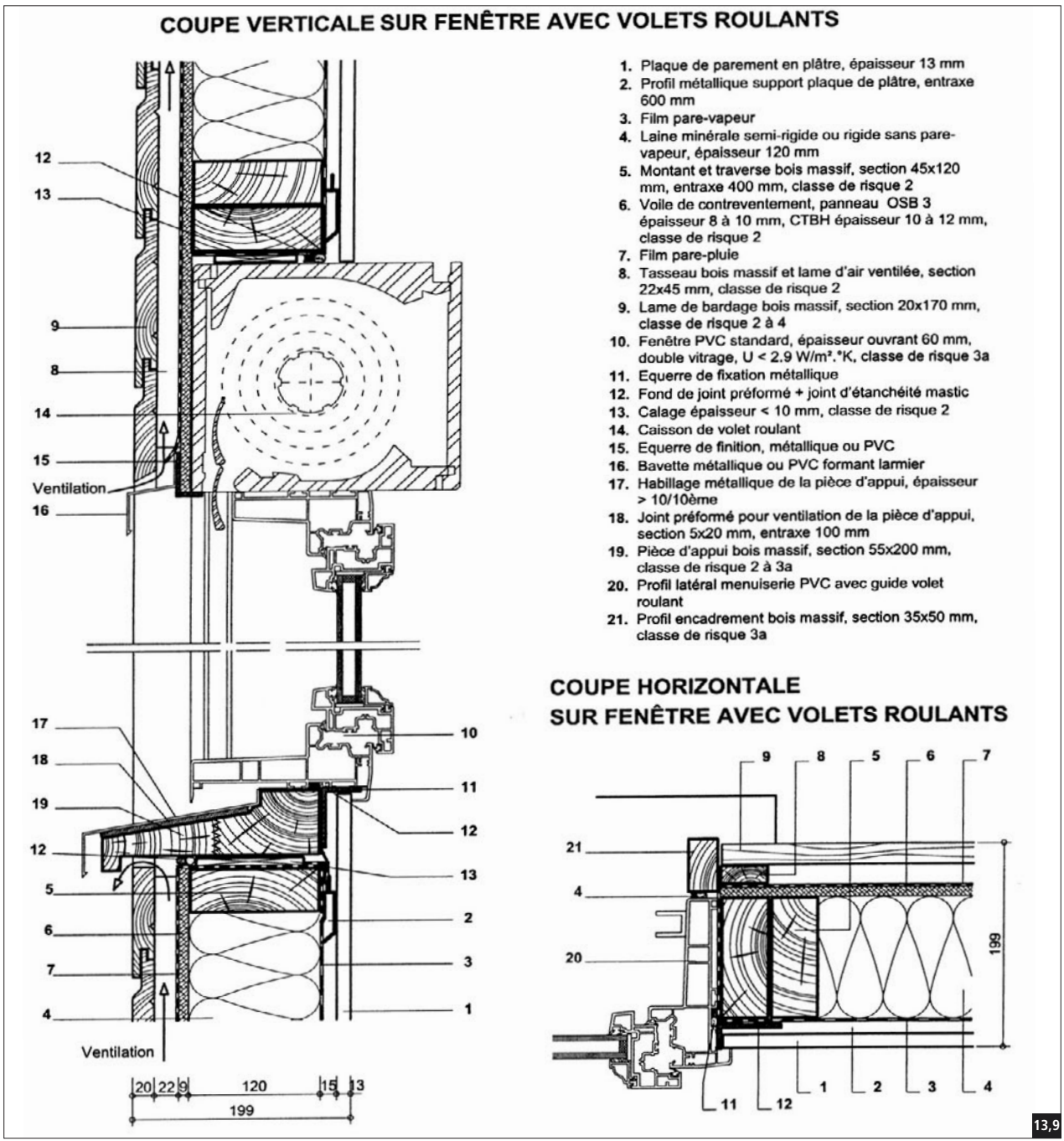
Trappes d'accès aux combles

La trappe de visite doit avoir la même isolation que le plafond. L'étanchéité entre la trappe et son support est obtenue par une garniture d'étanchéité comprimée grâce à un organe de fermeture de la trappe.

13,10 © Doerken France SAS

Autres percements

Chaque percement est colmaté par du scotch aluminium par exemple, pour conserver la continuité de l'isolation à l'air.



© CTBA

Fig. 13,7
Continuité du pare- vapeur lorsque les combles sont chauffés.

Fig. 13,8
Un recouvrement de 10 cm du pare-vapeur est suffisant pour assurer une continuité de l'isolation à l'air lorsque le plafond est en plaque de plâtre.

Fig. 13,9
Continuité de l'étanchéité lors des percements provoqués par ce tuyau.

Fig. 13,10
L'étanchéité des coffres de volets roulants est garantie par un joint (12).

14 Finition du bois

Une maison nécessite, pour être protégée et dans certains cas embellie, un revêtement par produits de protection de la surface du bois (finition), de type peintures, lasures ou vernis.

Les bois exposés aux intempéries auront un vieillissement d'aspect s'ils ne reçoivent aucune finition même s'ils sont traités en autoclave. Cela se traduira par une décoloration, le bois prenant à terme une teinte grise argentée ou noire, l'apparition de gerces surtout sur les parties exposées au soleil et à la pluie et l'érosion progressive de la surface qui prend un aspect « sablé », les veines tendres (bois de printemps) s'usant plus vite que les veines dures (bois d'été). Si l'on veut éviter tout changement d'aspect, il faut appliquer sur le bois en extérieur des peintures ou des lasures. Les bois bruts de sciage ont une finition plus durable que les bois rabotés.

Soumis aux variations hydrométriques de l'atmosphère, le bois gonfle et se rétracte sans cesse, faisant jouer les joints qui, petit à petit, emprisonnent l'humidité ouvrant ainsi la voie à l'attaque par les micro-organismes, les champignons et à terme à la pourriture. La dégradation des peintures, lasures et vernis n'est pas la même en tous lieux. Elle varie selon le type de climat, selon la région qui correspond à un certain temps d'ensoleillement et de précipitations, selon l'exposition, la façade sud-ouest s'abîmant plus rapidement, selon l'environnement en général.

La pérennité d'une maison est d'abord le fait de l'architecte qui la conçoit dans son ensemble et des industriels qui étudient la fabrication des éléments de construction, murs, portes et fenêtres. La qualité des produits de protection utilisés est importante, mais elle ne saurait empêcher les dégradations dues à des défauts de conception.

14,1 © Cruard

Fig.14,1
Le bardage peut rester sans finition mais les intempéries et les UV feront grisailler le bois.

14,2 © Weinmann

Fig. 14,2
La finition embellie l'ouvrage mais n'assure pas sa préservation et sa pérennité.

Tous les revêtements appliqués sur le bois ou ses dérivés doivent posséder certaines qualités qui leur confèrent une bonne efficacité :
- bonne adhérence sur le subjectile traité,
- compatibilité des différents produits formant le système de finition,
- perméabilité à la vapeur d'eau adaptée,
- souplesse suffisante pour suivre les variations dimensionnelles du support liées aux variations d'humidité de l'atmosphère,
- bonne stabilité de la couleur.

Cette protection de la surface du bois peut être réalisée totalement ou partiellement sur chantier ou en usine, avec des produits aqueux ou à base de solvants pétroliers, sur des bois dont l'humidité n'est pas supérieure à 18 % pour les surfaces exposées aux intempéries ou à une atmosphère humide, 12 % dans les locaux chauffés de façon continue au chauffage central ou à l'air pulsé, 15 % dans tous les autres cas.

Travaux neufs extérieurs

Les ouvrages neufs extérieurs en bois nécessitent impérativement des systèmes à trois couches, la première étant de préférence appliquée en atelier.

L'organisation des travaux neufs de finition extérieure est fonction :
- Des types de produits utilisés : lasures, vernis ou peintures,
- De la nature et de l'état de surface du support : bois massif, scié, raboté ou poncé, panneaux,
- De la qualité de finition recherchée : élémentaire, courante, soignée.

Le tableau 14,1 précise les travaux de finition sur support neuf en emploi extérieur.
1. En travaux extérieurs, la qualité de finition avec une lasure reflète celle du support et les critères de qualité à rechercher en priorité sont la protection et la durabilité.
2. L'impression conditionnant la durabilité de la finition, elle doit être exécutée de préférence en atelier ou, à défaut sur chantier, avant pose et à l'abri des intempéries.
3. À l'extérieur, les seuls panneaux utilisables sont les contreplaqués sous marque « NF Extérieur CTB-X ».

14,3 © CTBA

Fig. 14,3
Une finition soignée nécessite un support poncé avec un égrenage entre les couches.

Travaux de finition sur support neuf en emploi extérieur. (tab.14,1)

TYPE DE FINITION	TYPE DE SUPPORT ET ÉTAT DE SURFACE	QUALITÉ DE FINITION RECHERCHE	BROSSAGE	IMPRESSION (2)	ÉGRENAGE	COUCHE INTER-MÉDIAIRE	ÉGRENAGE	COUCHE DE FINITION
Lasure	sciage propre ou bois massif raboté ou poncé ou gros grain	Élémentaire (1)	■	■		■		■
Vernis	bois massif poncé contreplaqué (3)	Courante	■	■		■	■	■
		soignée	■	■	■	■	■	■
Peinture	bois massif raboté ou poncé contreplaqué (3)	Élémentaire	■	■		■		■
		courante	■	■	■	■		■
		soignée	■	■	■	■	■	■

Finition et préservation

En tout état de cause, la finition ne peut jamais se substituer à la préservation. D'une part, parce qu'un traitement de préservation intéresse la totalité du volume sensible et humidifiable et non pas seulement la surface de l'ouvrage. D'autre part, parce qu'un traitement de préservation n'est efficace que s'il est définitif et non pas soumis à un entretien régulier. En revanche, dans la mesure où la finition, tant qu'elle est entretenue, contribue à maintenir le bois à un taux d'humidité inférieur au seuil d'attaque par des champignons, elle participe indirectement à la protection des ouvrages contre les agents d'altération.

Par ailleurs, les lasures contiennent des pesticides qui assurent une action de protection préventive suffisante contre les discolorations de surface dues aux champignons de bleuissement. L'efficacité des lasures doit être prouvée par des essais biologiques réalisés après vieillissement artificiel, conformément à la normalisation européenne.

Il existe également des lasures à fonction insecticide qui peuvent être employées en tant que produit de préservation pour la classe d'emploi 1 (usage intérieur, bois sec en permanence). Ces lasures doivent d'ailleurs subir les mêmes essais d'efficacité que les produits de préservation classiques. Leur extrait sec est faible pour faciliter la pénétration dans le bois nécessaire à l'efficacité insecticide.

Au cas où la durabilité aurait été conférée par un traitement de préservation spécifique, il faut impérativement s'assurer de la compatibilité ente les produits de préservation et de finition. Des défauts d'accrochage sont susceptibles d'apparaître, en particulier sur :

- une surface traitée avec un produit en solvant pétrolier lourd (le support gras),
- un traitement aux sels métalliques en phase aqueuse (la cristallisation des sels provoque un défaut d'adhérence).

Le cas des traitements aux créosotes est particulier, aucune finition ne pouvant adhérer sur ces produits gras.

Pour obtenir une finition de bonne qualité, il est indispensable de respecter les délais de séchage des produits de préservation, aussi bien avec les produits à l'eau qu'avec les produits en solvant organique. De plus, après séchage, un brossage des surfaces est nécessaire pour ôter l'excédent de sels.

De même, pour les produits de préservation en solvant, il faut que la totalité des solvants se soit évaporée avant l'application d'un système de finition, surtout si ce dernier est très filmogène et imperméable.

© CTBA

Fig. 14,4
Le bois traité en autoclave doit être sec (fixation complète du produit pendant 2 à 8 semaines) et brossé pour ôter l'excédent de sels avant finition.

Les critères de choix d'un système de finition extérieure

Deux critères essentiels servent de base au choix d'un système de finition extérieure :

- L'exigence de stabilité dimensionnelle de l'ouvrage en bois, pour lequel les échanges d'humidité avec l'atmosphère devront être réduits.

Classement des ouvrages en fonction de leur exposition aux intempéries et des exigences de stabilité dimensionnelle. (tab.14,2)

EXPOSITION	AVEC EXIGENCE DE STABILITÉ DIMENSIONNELLE	SANS EXIGENCE DE STABILITÉ DIMENSIONNELLE
Ambiance extérieur sans exposition direct au soleil et à la pluie	Portes donnant sur un garage Fenêtres et fermetures protégées par un balcon Éléments exposés au Nord, sous avent ou galerie abrité	Bardages totalement abrités
Exposition directe, mais non maximale au soleil et à la pluie	Portes, fenêtres, fermetures et autres éléments exposés Nord-Est ou Nord-Ouest, abrités par une avancée de toiture ou autre protection architecturale...	Bardages exposé Nord-Est ou Nord-Nord-Ouest et abrités par une avancée de toiture ou autre protection architecturale
Exposition maximale	Portes, fenêtres, fermetures exposéesplein sud, en montagne ou en bord de mer...	Barrières, clôtures, mobilier urbain, colombages, poteaux de structures apparentes, bardages non abrités...

- L'importance des agressions climatiques, qui dépend de l'exposition de l'ouvrage au soleil et à la pluie.

Le tableau 14,2 précise ces situations dans les constructions.

Le choix final du système optimal s'effectuera suivant l'aspect de la finition que l'on veut obtenir.

14,5

© Jotin

Fig. 14,5
Ce bardage abrité nécessite un système de finition moins performant que des volets exposés plein ouest en bord de mer.

On distinguera les finitions transparentes incolores ou très claires qui résistent peu au rayonnement solaire (UV), des produits foncés plus résistants, mais qui ont tendance à réchauffer le support.

Les systèmes de finition pour les fenêtres, portes extérieures et fermetures

Les tableaux 14,3 et 14,4 indiquent par une lettre de A à G le (ou les) système(s) de finition utilisables sur des fenêtres, des portes extérieures ou des fermetures, en fonction de l'exposition, du type de produit, de la teinte et de l'essence, (résineux ou feuillus).

1. Les finitions lasures et vernis incolores en système complet sont interdites en usage extérieur (GPEM, DTU 59.1). Les systèmes très clairs se comportent de façon similaire car ils présentent une très faible résistance aux UV.

2. Les finitions foncées ne sont pas recommandées sur les bois résineux en raison des risques d'exsudations de résine.

Systèmes de finition préconisés en fonction de l'exposition et de l'aspect pour les fenêtres, les portes extérieures et les fermetures en bois. (tab.14,3)

EXPOSITION	ASPECT	LASURES		VERNIS		PEINTURES	
		RÉSINEUX	FEUILLUS	RÉSINEUX	FEUILLUS	RÉSINEUX	FEUILLUS
Ambiances extérieure sans exposition directe aux intempéries							
	Incolore	(1)	(1)	E	E		
	Clair	C-D	B-C	E	E	F-G	F-G
	Moyen	A-C-D	A-B-C	E	E	F-G	F-G
	Foncé	A-C-D	A-B-C	E	E	F-G	F-G
Protection partielle contre les intempéries	Incolore	(1)	(1)	(1)	(1)		
	Clair	C-D	B-C	E	E	F-G	F-G
	Moyen	A-C-D	A-B-C	E	E	F-G	F-G
	Foncé	(2)	A-B-C	E (2)	E	F-G(2)	F-G
Exposition directe aux intempéries	Incolore	(1)	(1)	(1)	(1)		
	Clair	D (1)	B-C (1)	E (1)	E	F-G	F-G
	Moyen	A-D	A-B-C	E	E	F-G	F-G
	Foncé	(2)	A-B-C	E (2)	E	F-G(2)	F-G

Fig. 14,6
Évitez les finitions très foncées sur des fenêtres car la surface du bois sera plus chaude, les variations dimensionnelles plus importantes et le craquellement du film sera plus rapide.

Fig. 14,7
Le système de finition appliqué sur une fenêtre doit être identique de chaque côté ou plus perméable sur la face extérieure pour laisser la vapeur d'eau provenant de l'intérieur s'échapper vers l'extérieur.

Le tableau 14,4 décrit chacun des systèmes préconisés dans le tableau précédant 14,3

Remarques

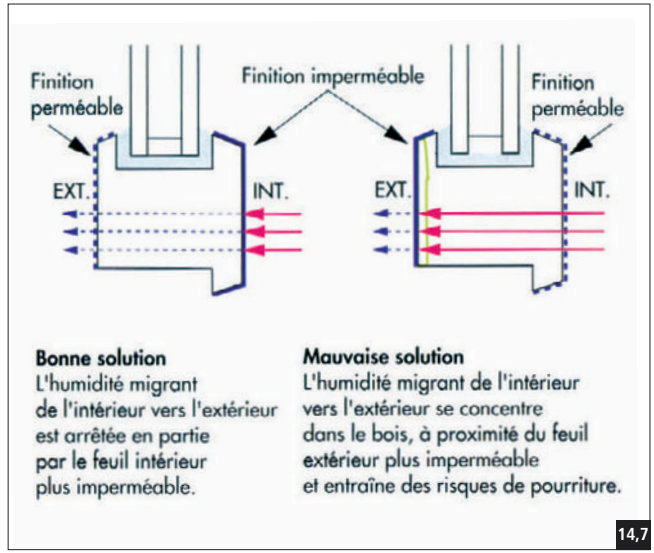
Les bois utilisés dans ces ouvrages doivent être à une humidité de 14-15 % correspondant à l'humidité moyenne d'équilibre une fois mis en œuvre.

Les couches d'imprégnation ou la couche d'impression doivent toujours être appliquées avant la pose, et de préférence en atelier.

14,6 © CTBA

Pour les fenêtres et les portes, le système de finition appliqué à l'extérieur doit être compatible avec le système appliqué à l'intérieur (perméabilité à la vapeur d'eau) : système identique de chaque côté de la fenêtre ou système sur la face extérieure plus perméable que sur la face intérieure pour laisser passer la vapeur d'eau.

Sur les fermetures, l'emploi de vernis conduit à un entretien fastidieux, comparativement aux lasures.



14,7 © Fimforest France

Description des systèmes de finition. (tab.14,4)

TYPE DE FINITION	RÉFÉRENCE	NOMBRE DE COUCHE	DESCRIPTION DE SYSTÈME
Lasure	A	1 2	Lasure d'imprégnation pigmenté Lasure de finition incolore
	B	3	Lasure de finition pigmenté
	C	2 1	Lasure d'imprégnation pigmenté Lasure de finition incolore
	D	1 2	Lasure d'imprégnation incolore Lasure de finition pigmenté
Vernis	E	1 2	Vernis extérieur dilué Vernis extérieur
Peinture	F	1 2	Impression ou lasure en phase solvant Peinture en phase solvant
	G	1 2	Impression ou lasure en phase aqueuse Peinture en phase aqueuse

Fig. 14,8
Les finitions incolores ou très claires en système complet sont fortement déconseillés en usage extérieur car ils possèdent une très faible résistance aux UV.

Les systèmes de finition pour bardages, ossatures extérieures et barrières

Les tableaux 14,5 et 14,6 indiquent par une lettre de A à G le (ou les) système(s) de finition utilisables sur des bardages, des ossatures extérieures et des barrières en fonction de l'exposition, du type de produit, de la teinte et de l'essence (résineux ou feuillus).

1. Les finitions lasures et vernis incolores en système complet sont interdites en usage extérieur (GPEM, DTU 59.1). Les systèmes très clairs se comportent de façon similaire car ils possèdent une très faible résistance aux UV.

2. Les finitions foncées ne sont pas recommandées sur les bois résineux en raison des risques d'exsudations de résine.

Les finitions préconisées se limitent pour ces ouvrages aux systèmes à base de lasures ou de peintures, à l'exclusion des vernis.

En effet, bien qu'il soit possible de vernir ce type d'ouvrages (trois couches de vernis extérieur dont la première aura été diluée ou deux couches sur une couche de lasure d'imprégnation), les contraintes d'entretien sont telles, notamment pour les bardages, qu'il est préférable d'écarter cette solution.

14,8 © CTBA

Systèmes de finition préconisés en fonction de l'exposition et de l'aspect pour les bardages, des ossatures extérieures et des barrières (tab.14,5)

EXPOSITION	ASPECT	LASURES		PEINTURES	
		RÉSINEUX	FEUILLUS	RÉSINEUX	FEUILLUS
Ambiance extérieure sans exposition directe aux intempéries	Incolore	(1)	(1)		
	Clair	A-D	A-C	E-F	E-F
	Moyen	A-B-D	A-B-C	E-F	E-F
	Foncé	A-B-D	A-B-C	E-F	E-F
Protection partielle contre les intempéries	Incolore	(1)	(1)		
	Clair	A-D (1)	A-C (1)	E-F	E-F
	Moyen	A-B-D	A-B-C	E-F	E-F
	Foncé	A-D (2)	A-B-C	E-F (2)	E-F
Exposition directe aux intempéries	Incolore	(1)	(1)		
	Clair	A (1)	A-C (1)	E-F	E-F
	Moyen	A-D	A-B-C	E-F	E-F
	Foncé	A-D (2)	A-B-C	E-F (2)	E-F

© Atlanbois

Fig. 14,9
Ce bardage en western red-cedar n'a reçu aucun traitement de finition et de préservation car il est naturellement durable pour cet usage. Il prend avec le temps une couleur «gris argenté».

Le tableau 14,6 décrit chacun des systèmes préconisés dans le tableau 14,5.
1. Ce système de finition n'est envisageable que sur des bâtiments à usage industriel ou agricole. Les finitions à base de créosote sont des finitions grasses et huileuses qui excluent définitivement toute finition ultérieure avec un produit différent.

Remarques

Les bois utilisés dans ces ouvrages doivent être à une humidité de 14-15 % correspondant à l'humidité moyenne d'équilibre une fois mis en œuvre.

Les couches d'imprégnation ou la couche d'impression doivent toujours être appliquées avant la pose, et de préférence en atelier, avec un système approprié.

Sur des bois préalablement traités en autoclave avec des sels hydrosolubles, brosser l'excédent de sel qui peut empêcher l'adhérence des peintures.
Les peintures acryliques sont à éviter sur les essences à tanins.

Description des systèmes de finition. (tab.14,6)

TYPE DE FINITION	RÉFÉRENCE	NOMBRE DE COUCHE	DESCRIPTION DE SYSTÈME
Lasure	A	1 2	Lasure d'imprégnation pigmenté Lasure de finition pigmenté
	B	3	Lasure de finition pigmenté
	C	2 1	Lasure d'imprégnation pigmenté Lasure de finition incolore
	D	1 2	Lasure d'imprégnation incolore Lasure de finition pigmenté
Peinture	E	1 2	Impression ou lasure Peinture alkyde ou acrylique
	F (1)	1 1	Impression à base de créosote Peinture à base de créosote

En l'absence de finition, certaines essences prennent avec le temps une couleur « gris argenté » en fonction de leur degré d'exposition au soleil : western red-cedar, mélèze, résineux traités en autoclave avec des sels hydrosolubles. Il faut cependant faire attention aux zones d'ombre qui modifient l'intensité du grisaillement.

Travaux neufs intérieurs

La finition des ouvrages neufs intérieurs en bois nécessite des systèmes à deux ou trois couches, la première étant appliquée si possible en atelier. Par ailleurs, comme pour les ouvrages extérieurs, le bois doit être stabilisé à une humidité correspondant à son humidité d'équilibre une fois mis en œuvre, soit de 15 à 20% avant finition et pose.

© Leduc SA

Fig. 14,10
La finition doit être appliquée sur un bois stabilisé à une humidité correspondant à son humidité d'équilibre une fois mis en œuvre, soit de 10 à 12 %.

L'organisation des travaux neufs de finition intérieure (hors sols) est fonction :

- du type de produit utilisé : lasure, vernis ou peinture,
- de l'état de la surface du support : bois scié, raboté ou poncé, panneaux,
- de la qualité de finition recherchée : élémentaire, courante ou soignée.

Les tableaux 14,7 et 14,8 indiquent les différentes opérations à effectuer selon ces paramètres.

Travaux de finition par lasure et vernis sur support neuf en emploi intérieur (hors sols). (tab.14,7)

TYPE DE FINITION	TYPE DE SUPPORT ET ÉTAT DE SURFACE	QUALITÉ DE FINITION	BROSSAGE	IMPRESSION	ÉGRENAGE	REBOUCHAGE	COUCHE INTERMÉDIAIRE	ÉGRENAGE	COUCHE DE FINITION
Lasure	Sciage propre Panneau de fibres	Élémentaire	■	■					■
	Bois raboté ou poncé	Élémentaire	■	■					■
		Courante	■	■			■		■
		Soigné	■	■			■		■
Vernis	Bois massif raboté Panneau de fibres	Élémentaire	■	■					■
	Bois massif Poncé Contreplaqué Éléménents plaqués Panneau de particule	Élémentaire	■	■					■
		Courante	■	■	■		■		■
		Soigné	■	■	■	■	■	■	■

Travaux de finition par peinture sur support neuf en emploi intérieur (hors sols). (tab.14,8)

TYPE DE FINITION	TYPE DE SUPPORT ET ÉTAT DE SURFACE	QUALITÉ DE FINITION	BROSSAGE	IMPRESSION	REBOUCHAGE	PONÇAGE	ENDUIT		PONÇAGE À SEC	COUCHE INTER-MÉDIAIRE	RÉVISION	COUCHE DE FINITION
							NON REPASSÉ	REPASSÉ				
Peinture	Bois massif raboté Panneau de fibres brut	Élémentaire	■	■								■
	Bois massif poncé Contreplaqué Latté Panneau de particule	Courante	■	■	■		■		■	■		■
	Éléments plaqués Panneau de fibres poncé	Soigné	■	■	■	■		■	■	■	■	■

Les systèmes de finition pour portes intérieures, lambris et ossatures apparentes

Les tableaux 14,9 et 14,10 indiquent les systèmes de finition applicables sur des portes intérieures (planes ou menuisées), des lambris et des ossatures apparentes.

Le tableau 14,10 décrit chacun des systèmes préconisés dans le tableau 14,9.

1. En atmosphère humide (salles d'eau), il est recommandé d'appliquer la première couche de ce système sur toutes les faces des lambris, ce qui limitera les déformations et les reprises d'humidité du bois.

Remarque

La couche d'impression doit toujours être appliquée avant pose, et de préférence en atelier.

Systèmes de finition préconisés en fonction des ouvrages pour les portes, les lambris et les ossatures apparentes. (tab.14,9)

TYPE D'OUVRAGE	LASURES	VERNIS	PEINTURES
Portes planes	A-B (plaqué ou à paroi en contreplaqué)	C-D (plaqué ou à paroi en contreplaqué)	E-F (prépeinte)
Portes menuisées	A-B	C	E-F
Lambris	A-B	C-D	E-F
Ossatures apparentes (bois apparent)	A-B	C	

Description des systèmes de finition. (tab.14,10)

TYPE DE FINITION	RÉFÉRENCE	NOMBRE DE COUCHES	DESCRIPTION DE SYSTÈME
Lasure	A	2	Lasure d'imprégnation pigmenté ou incolore
	B (1)	1 1	Lasure d'imprégnation Lasure de finition
Vernis	C	1 2	Vernis alkyde ou polyréthanne dilué Vernis alkyde ou polyréthanne
	D	1 1	Impression vernis UV Vernis acrylique UV
Peinture	E	1 1	Impression en phase aqueuse Peinture en phase aqueuse
	F	1 1	Impression en phase solvant Peinture en phase solvant

Systèmes de finition de parquets préconisés en fonction de l'usage et du trafic. (tab.14,20)

TYPE DE LOCAL	ENCAUSTIQUE	HUILE	PEINTURES	VERNIS
Locaux à faible trafic (1)	A-B	C	D	E-F-G
Locaux à trafic intense (2)		C	D	F-G-H
Locaux sportifs (3)			D	F-G-H
Locaux industriels (4)		C		
Parquets vernis en usine (5)				I

Les systèmes de finition pour parquets et escaliers

Sur chantier, l'application de la finition doit tenir compte des conditions de température et d'hygrométrie du local, notamment en hiver où les locaux humides et non chauffés sont préjudiciables à la bonne application des vernis et peintures à parquets.

L'application d'un vernis en deux couches est admise par les DTU, mais l'application d'une troisième couche est vivement recommandée, en particulier dans les locaux à fort trafic.

© Blanchon

Fig. 14,11
Contrairement à la cire, l'huile protège plus efficacement le parquet vis à vis de l'eau et de la majorité des produits ménagés.

Le tableau 14,20 indique les systèmes de finition utilisables pour parquets en fonction de l'usage du local et de la nature des produits.
1. Il s'agit de locaux à usage d'habitation et de certains locaux professionnels à faible trafic.
2. Les locaux à trafic intense sont les magasins, les halls d'accueil, les salles d'exposition, de musée, etc.
3. Les salles de sports, les gymnases et autres salles polyvalentes correspondent à cette catégorie.
4. Il s'agit de sols industriels réalisés avec des pavés en bois de bout.
5. Il s'agit des parquets flottants et mosaïque vernis en usine.

Le tableau 14,21 décrit chacun des systèmes préconisés dans le tableau 14,20.

Remarques

Les finitions cirées sont sensibles à l'eau (taches) et une vitrification ultérieure est souvent impossible (support gras).

Les encaustiques comportant une certaine proportion de silicones sont à proscrire car elles interdisent un vernissage ultérieur.

Les finitions huilées protègent contre les reprises d'humidité. Elles peuvent être suivies d'une encaustique, mais elles rendent impossible une vitrification ultérieure.

Description des systèmes de finition. (tab.14,21)

TYPE DE FINITION	RÉFÉRENCE	NOMBRE DE COUCHES	DESCRIPTION DE SYSTÈME
Encaustique	A	1 2	Cire en pâte Encaustique à base de cire pur
	B	1 2	Sealer ou fond-dur urée-formol ou polyuréthanne Encaustique
Huile	C	1 1	Huile de lin siccative tiède (40 °C) Huile de lin siccative à froid
Peinture	D	1 1	Impression polyuréthanne Peinture polyuréthanne
	E	1 1 ou 2	Sealer urée-formol Vernis urée-formol en phase aqueuse ou phase solvant
	F	1 1 ou 2	Sealer polyuréthanne Vernis polyuréthanne
Vernis	G	1 1	Primaire alkyde-uréthanne Vernis acrylique
	H	1 1 1	Primaire alkyde-uréthanne Vernis acrylique « Métallisant » ou « polish » acrylique
	I	1 2	Polyester ou acrylique UV Polyester ou acrylique UV

Pour éviter l'ouverture des joints entre les lames et la rupture du feuil de vernis, il est recommandé de procéder aux travaux de rénovation en fin de période de chauffage hivernal. Le bois étant alors stabilisé au degré d'humidité le plus bas, les retraits peuvent plus se manifester.

Les sealers ou fonds-durs sont des vernis de fond qui remplissent les pores et recouvrent les aspérités du bois, sans former de film continu. La durée de vie des systèmes sealer-encaustique est plus réduite que celle des vernis, mais des rénovations localisées sont possibles.

L'entretien et la rénovation

Quel que soit le système utilisé, une finition doit être régulièrement entretenue. Cet entretien périodique contribue à conserver l'esthétique des ouvrages et peut jouer un rôle important dans le maintien de ses fonctions essentielles (protection contre l'humidité et résistance à l'usure en particulier). En outre, le coût de cet entretien est globalement moins élevé que celui d'une réfection totale.

La fréquence de l'entretien est toujours difficile à prévoir avec exactitude. Mais s'il est effectué trop tard, le support risque d'être endommagé, ce qui entraîne une importante et coûteuse remise en état.

L'entretien normal d'une finition ne nécessite pas une mise à nu complète du support.

La durée de vie d'un système de finition dépasse sensiblement sa durée de garantie.

Le diagnostic

La reconnaissance des fonds est essentielle dans cette phase de diagnostic. Elle comprend l'identification :

- de l'essence de bois utilisée,
- de l'état de salubrité des ouvrages (bleuissement, grisaillement, pourriture, présence d'aubier, etc.),
- de la nature du système de finition appliqué,
- des facteurs principaux de vieillissement.

La rénovation des finitions sur des menuiseries extérieures

La rénovation des ouvrages de menuiserie exige quelques précautions en cas de décapage chimique.
En effet, les colles et les bandes préformées d'étanchéité du vitrage risquent d'être dégradées par les décapants.

Le décapage chimique appliqué par trempage sur les volets exige impérativement un rinçage très efficace et un séchage correct.
Les parties pourries sont remplacées ou renforcées par des systèmes à base de résine.

L'entretien normal d'une finition ne nécessite pas une mise à nu complète du support, permet de conserver l'esthétique d'origine de l'ouvrage et de maintenir ses fonctions essentielles.

L'entretien des bardages

À moins d'accepter le grisaillement naturel (sur des bois résistants aux champignons ou ayant subi un traitement de préservation en autoclave avec des sels hydrosolubles), un revêtement extérieur en bois exige un entretien régulier du système de finition.

L'entretien peut être réparti sur plusieurs années en fonction de l'exposition au soleil : tous les deux ou trois ans pour les façades sud-ouest, tous les cinq ans pour les façades nord et est. Tout travail d'entretien d'un bardage en bois commence par un nettoyage à l'eau à la brosse ou avec un nettoyeur haute pression.
La présence de coursives et de balcons facilite l'accès des parties à entretenir.

© Jotun

Fig. 14,12
Le fabricant de cette lasure précise qu'une couche d'entretien tous les dix ans est suffisante pour ce bardage.

L'entretien et la rénovation des parquets et des escaliers

La durée de vie d'un vernis à parquet est fonction de l'usage du local : 3 à 5 ans dans une salle de séjour. 5 à 8 ans dans une chambre à coucher, 2 à 3 ans dans un bureau.

Un entretien courant du système de finition des parquets et des escaliers en bois permet de prolonger sa durée de vie. Il consiste un simple dépoussiérage, et de temps à autres, en un nettoyage des taches avec une serpillière humide mais non ruisselante.

Les détergents ammoniaqués, siliconés ou abrasifs sont à proscrire ; les détergents doux (type liquide à vaisselle) sont préférables. Pour un entretien plus poussé des parquets vitrifiés, il est possible d'utiliser un shampooing (attention aux éventuels changements de couleur), suivi d'une application régulière d'un produit auto-lustrant avec un appareil mono brosse.

Dans les locaux à fort trafic, il est utile de protéger les vernis par un produit appelé « métallisant » (émulsion acrylique auto-lustrante pour parquets vitrifiés) qui forme une couche d'usure protectrice. Cette couche s'entretient et se ré applique facilement, sans augmenter la glissance.

Les systèmes de finition appliqués en rénovation de parquets et d'escaliers sont identiques à ceux utilisés pour les travaux neufs.

Sur les parquets anciens, il faut en général rattraper les désaffleures entre éléments et faire disparaître les légères dégradations apparaissant sur le parquet. Les lames de parquets et les nez de marche d'escaliers les plus dégradés seront remplacés. Si le parquet doit être vernis, il faut également faire disparaître toute trace éventuelle d'encaustique.

© Blanchon

Fig. 14,13
Dans les locaux à fort trafic, il est utile de protéger le verni de ce parquet par un métallisant.
Il forme une couche d'usure protectrice qui se réapplique facilement, sans augmenter la glissance.

Ces opérations nécessitent une mise à nu du support bois, un replanissage et un ponçage fin (grain 100) avec une ponceuse à parquet. En cas d'élimination de taches avec de l'eau oxygénée, les vernis polyuréthannes doivent impérativement contenir un durcisseur non jaunissant.

Le parquet est l'un des rares revêtements de sol (avec le marbre) pouvant être remis à neuf sans devoir être remplacé. La durée d'usage des parquets est estimée en moyenne à 70 ans, mais l'on trouve encore couramment des parquets de plus de 100 ans. En comparant les durées d'usage et les coûts d'entretien des revêtements de sol, on constate que le parquet est, à long terme, une solution économique.

15. Maison à ossature bois et environnement

Que signifie une construction à ossature bois de haute qualité environnementale 206
Dans quelle mesure une maison à ossature participe au développement durable ?..... 209
Lutte contre l'accroissement de l'effet de serre..... 209
Le dégagement de formol des panneaux est-il dérangereux ?..... 214

16. Insectes et champignons lignivores

Comment protéger une maison à ossature bois construite en région termitée ?..... 216

17. Le feu

Quels sont les risques en cas d'incendie dans une maison à ossature bois ? 226
Les euroclasses : classement de réaction au feu européen 228
Résultats des études et recherches 232
La résistance au feu 232
Exigences réglementaires concernant la sécurité contre l'incendie des maisons d'habitation 236
Principes des Règles bois feu..... 238
Peut-on installer une cheminée dans une maison à ossature bois ?..... 248

18. Isolation thermique

Pourquoi modifier la réglementation thermique de 1988 ?..... 250
Quelles sont les principaux changements entre la réglementation de 1988 et la RT 2000 250
Comment respecter la RT 2000 ? 252
L'isolation des murs, des sols et toitures 252
Le mode de chauffage et la production d'eau chaude sanitaire en fonction du lieu de la constuction 255
Comment obtenir un bon confort thermique en été ? 261
Comment éviter la condensation dans les maisons à ossature bois, le frein-vapeur est-il indispensable ?..... 264
Pourquoi mettre en œuvre une nouvelle réglementation la RT 2005, cinq ans après l'application de la RT 2000 ? .. 270
Quelles seront les exigences de la RT 2005 ?..... 271
En quoi consistera le diagnostic de performance énergétique d'un bâtiment ?..... 271

19. Isolation phonique

Quelles précautions prendre pour respecter la NRA 2000 ?..... 272

20. Divers

Quel entretien faut-il pour une maison à ossature bois ?..... 280
Quelle est la portée des normes, DTU et avis techniques dans l'établissement des marchés du bâtiment ? 280
Quelle est l'importance du marquage CE pour les produits de la construction ?..... 282
Procedure d'obtention du marquage..... 286

Foire aux questions

© Atlanbois

15 Maison à ossature bois et environnement

Que signifie une construction à ossature bois de haute qualité environnementale (http://www.assohqe.org)

La qualité environnementale des bâtiments consiste à maîtriser les impacts des bâtiments sur l'environnement extérieur et à créer un environnement intérieur sain et confortable. Il s'agit d'une réponse opérationnelle à la nécessité d'intégrer les critères du développement durable dans l'activité du bâtiment. Cette qualité environnementale intéresse chaque individu et la collectivité. Elle a pour objectifs la qualité de vie de l'occupant et la protection de l'environnement. Elle se donne pour ambition que le développement soit «durable». La qualité environnementale suppose une prise en compte de l'environnement à toutes les étapes de l'élaboration et de la vie des bâtiments : programmation, conception, construction, (gestion, utilisation), démolition... Tous les acteurs de la construction sont concernés, ils doivent donc agir de manière concertée.

Quatorze cibles sont définies dans le tableau 15,1 pour aider les maîtres d'ouvrages à structurer leurs objectifs.

15,1 © BEYER Hubert

Fig. 15,1
Cette toiture végétalisée apporte fraîcheur en été et limite la surface étanche à l'eau.

15,2 © ATLANBOIS

Fig. 15,2
Ces lames orientables apportent une lumière douce dans la pièce lorsque le soleil frappe la baie vitrée.

15,3 © Leduc SA

Fig. 15,3
Ces débords de toiture sont définis pour protéger le bardage des intempéries, pour favoriser la thermique d'été en protégeant les baies du soleil d'été et pour permettre au soleil d'hiver de participer aux apports naturels d'énergie.

Cibles structurant une démarche haute qualité environnementale. (tab. 15,1)

CIBLES	EXEMPLES
MAÎTRISER LES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT EXTÉRIEUR	
ÉCO-CONSTRUCTION	
1. Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat	Utilisation des essences locales Exposition du bâtiment optimum Conservation d'arbres augmentant le confort en été
2. Choix intégré des procédés et produits de construction	Emploi d'essences naturellement résistantes donc sans traitement de préservation Isolant à base de fibre de bois Mur avec deux couches d'isolants croisées
3. Chantier à faibles nuisances	Construction par grands panneaux à l'atelier Poubelles pour un tri sélectif des déchets Utilisation de film anti-termites (le sol ne sera pas traité avec un produit aqueux)
ÉCO-GESTION	
4. Gestion de l'énergie	Chauffage complémentaire avec un poêle à bois Ponts thermiques et perméabilité à l'air limité par le passage des conduits dans la double cloison Energie solaire thermique et photovoltaïque
5. Gestion de l'eau	Récupération dans une cuve des eaux de pluie pour la chasse d'eau et l'arrosage Toiture végétalisée
6. Gestion des déchets d'activité	Zone de compostage Zone de stockage favorisant le trie des déchets
7. Gestion de l'entretien et de la maintenance	Bardage en western red-cedar sans finition avec teinte naturelle gris-argenté Débord de toiture important protégeant les façades

Cibles structurant une démarche haute qualité environnementale. (suite tab. 15,1)

CIBLES	EXEMPLES
CRÉER UN ENVIRONNEMENT INTÉRIEUR SATISFAISANT	
CONFORT	
8. Confort hygrométrique	Revêtement intérieur en bois brut pour conserver les propriétés hygrothermiques Débord de toiture Laissant passer le soleil d'hiver Puits canadien
9. Confort acoustique	Ossature indépendante de locaux mitoyens Cloison masse-ressort-masse Ponts phoniques limité par la mise en œuvre des équipements électriques dans la double cloison
10. Confort visuel	Surface vitrée importante dans les pièces « à vivre » Espaces extérieurs dégagés autour des surfaces vitrées Volet horizontal à tablier monobloc (volet japonais)
11. Confort olfactif	Revêtement intérieur en bois brut Position des bouches d'extraction de l'air près des sources de pollution (WC salle d'eau et cuisine)
SANTÉ	
12. Qualité sanitaire des espaces	Interrupteur automatique de champs Prise de terre inférieure à 20 ohm Revêtement intérieur en matériau naturel
13. Qualité sanitaire de l'air	Panneaux dérivés du bois de contreventement du côté extérieur de la paroi Chauffage complémentaire au bois VMC à double flux
14. Qualité sanitaire de l'eau	Double réseau d'eau parfaitement identifié pour l'usage de l'eau de pluie Température de l'eau chaude supérieure à 60° (légionnelle)

Dans quelle mesure une maison à ossature participe au développement durable ?

Le bois est un matériau qui possède de nombreux atouts environnementaux et il permet d'agir pour le développement durable qui consiste à « satisfaire les besoins présents sans compromettre l'aptitude des générations futures à couvrir leurs propres besoins ».

Les principales qualités du bois en terme d'environnement sont les suivantes :

- il fixe le carbone et donc lutte contre l'accroissement de l'effet de serre,
- il est le seul matériau renouvelable dans le cadre de forêts gérées durablement,
- il consomme peu d'énergie pour sa production et sa transformation, ce qui participe à diminuer l'utilisation d'énergie fossile productrice de dioxyde de carbone,
- il possède des atouts à chaque étape de son cycle de vie.

Lutte contre l'accroissement de l'effet de serre

L'effet de serre

L'effet de serre résulte de l'action du rayonnement solaire sur la terre et l'on peut résumer ce phénomène en trois phases :

1. les rayons solaires sont absorbés par l'atmosphère et la terre
2. la terre et l'atmosphère renvoient une partie de l'énergie solaire vers l'espace
3. une couche de gaz et de vapeur d'eau empêche une partie de la chaleur de repartir dans l'espace et agit comme un filtre.

C'est grâce à ce phénomène que la température de la surface de la terre est de +15°C alors qu'elle devrait être voisine de -18°C s'il n'existait pas, ce qui rendrait toute forme de vie impossible.

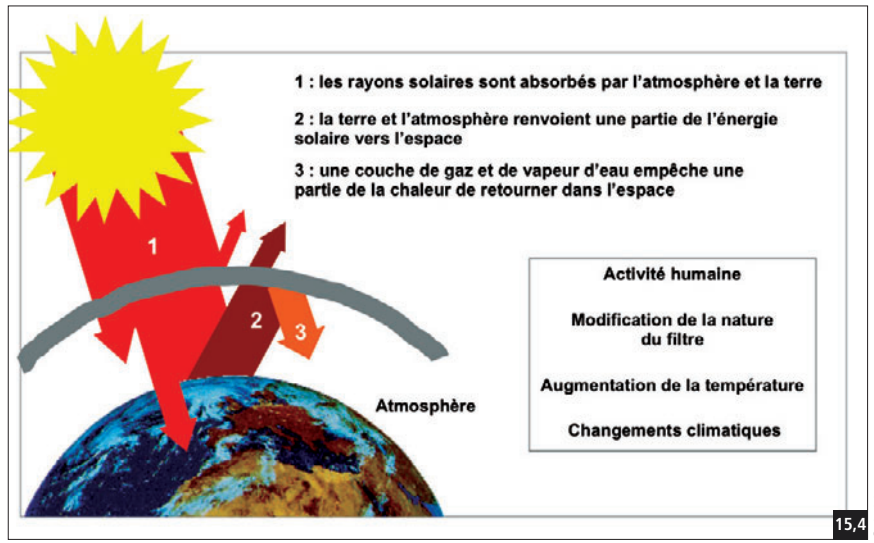


Fig. 15,4
L'effet de serre résulte de l'action du rayonnement solaire sur la terre.

Par contre, depuis environ un siècle, l'activité humaine a provoqué un changement de la nature du filtre, principalement en augmentant la teneur en dioxyde de carbone et en produisant des gaz qui n'existaient pas (CFC par exemple).

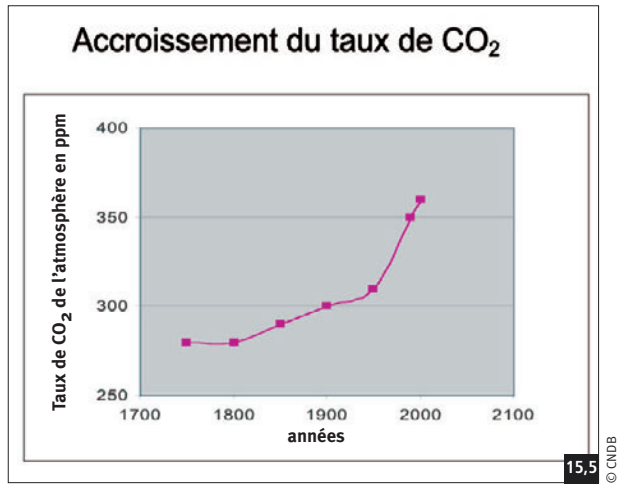


Fig. 15,5
La quantité de gaz carbonique a fortement augmenté ces cinquante dernières années.

La conséquence de cette modification du filtre est une augmentation de la température à la surface de la terre qui entraîne des changements climatiques que l'on commence à constater mais qui risquent de se multiplier sans que l'on puisse en mesurer l'amplitude et les conséquences directes ou indirectes.

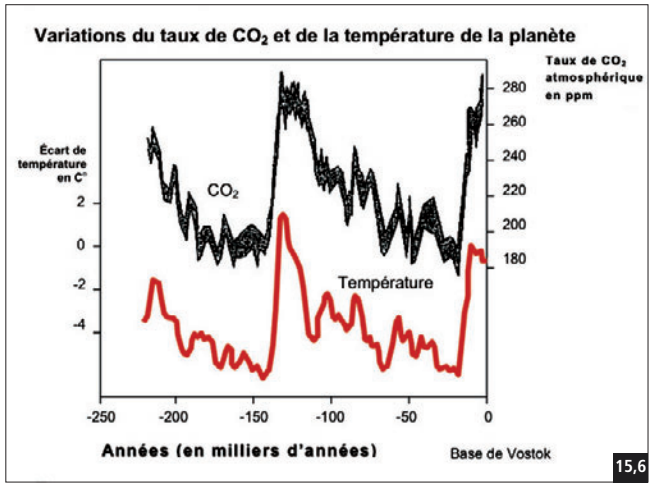


Fig. 15,6
La température de la terre est étroitement liée au taux de gaz carbonique dans l'air.

Les gaz à effet de serre

Quand on analyse les différents gaz à effet de serre constituant le « filtre » entre l'atmosphère et l'espace, on constate que le dioxyde de carbone (CO_2) est le plus important en volume : 55 % de l'ensemble de ces gaz.

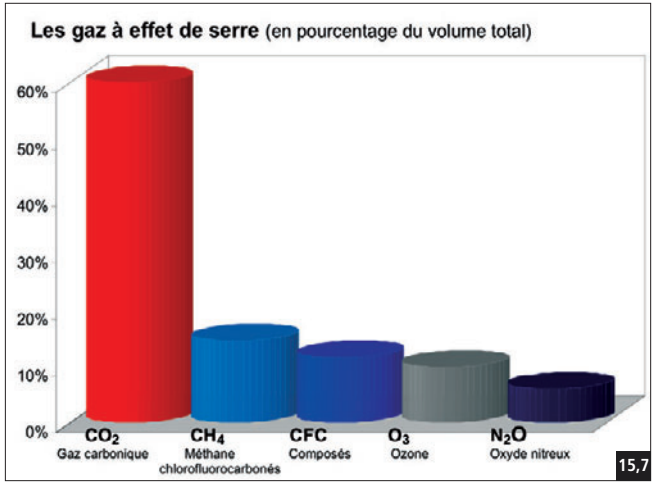


Fig. 15,7
Les gaz à effet de serre contiennent essentiellement du gaz carbonique.

La croissance du bois

Le bois joue un rôle dans la lutte contre l'accroissement de l'effet de serre car il absorbe le CO_2 de l'atmosphère lors de sa constitution.

Comme tout être vivant, pour se développer, l'arbre a besoin d'énergie et de substances nutritives : le soleil lui fournit l'énergie, la terre lui fournit l'eau et les sels minéraux.

Le bilan de ce phénomène de photosynthèse est de produire un matériau, le bois, composé pour moitié de carbone.

Quand l'arbre pousse, grâce à la photosynthèse, il absorbe du dioxyde de carbone, il fixe du carbone et rejette de l'oxygène.
En même temps, l'arbre respire : il absorbe de l'O_2 et rejette du CO_2.

Quand l'arbre est en croissance, la quantité de CO_2 absorbé est très nettement supérieure à la quantité de CO_2 rejeté.

Pour constituer 1 tonne de bois pendant sa croissance, l'arbre :
- absorbe 1,6 tonne de CO_2
- émet 1,1 tonne d' O_2
- fixe 0,5 tonne de carbone.

On peut résumer en une formule générale ce phénomène : 1 m^3 de bois = 1 tonne de CO_2 absorbé.
(En prenant une densité moyenne de 625 kg/m^3 pour le bois, représentative de la moyenne des différentes essences de la planète.)

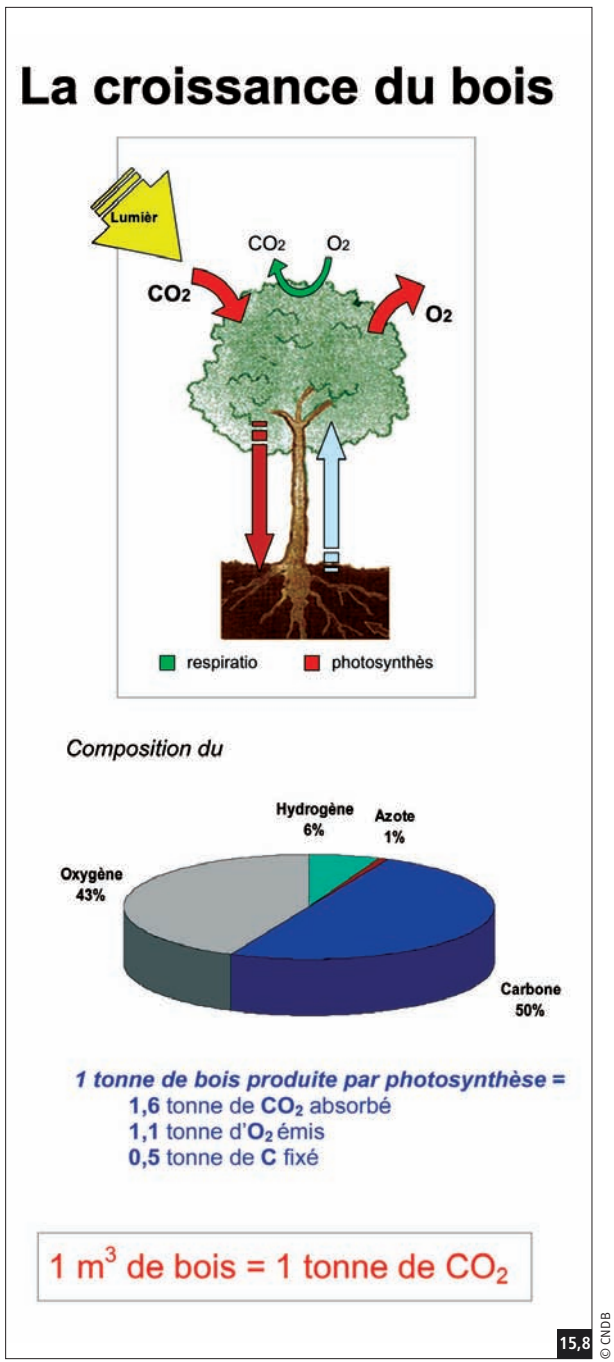


Figure 15,9
Cette maison à ossature bois nécessite 20 m³ de bois environ, soit 10 000 kg de bois qui ont fixé 5 000 Kg de gaz carbonique.

Figure 15,8
320 Kg de gaz carbonique sont fixées dans 1 m³ de bois de masse volumique de 640 kg/m³ lors de sa croissance.

De la forêt au bois

Si l'on reconnaît aux forêts leur rôle de « puits de carbone », il est tout aussi important de comprendre qu'un arbre a une durée de vie limitée à quelques décennies ou quelques siècles et, qu'en conséquence, en fin de vie il se décompose et restitue ainsi dans l'atmosphère le gaz carbonique qu'il a absorbé pendant sa croissance.

C'est pourquoi, afin d'éviter un bilan CO_2 nul, il convient de le récolter à maturité et de le stocker durablement.

Des plantations, ou, plus fréquemment, la régénération naturelle, permettront à la surface ainsi libérée de jouer à nouveau son rôle de puits de carbone. Le seul lieu de stockage du bois récolté qui soit à la fois durable et important en terme de volume est la construction.
C'est la raison fondamentale qui est à l'origine du Plan bois construction environnement développé par le CNDB (http://www.cndb.org/pbce).

Le bois : un matériau renouvelable

Le développement durable peut se définir ainsi : « satisfaire les besoins présents sans compromettre l'aptitude des générations futures à couvrir leurs propres besoins ».
Dans cette perspective le bois apparaît tout naturellement comme l'un des principaux matériaux à prendre en compte car il est le seul matériau courant renouvelable.

Par contre, une condition est nécessaire : il faut assurer la gestion durable des forêts.

La gestion durable des forêts

Le sommet de Rio de 1992 a souligné la nécessité de mise en place de politiques de conservation et d'exploitation écologiquement viables des forêts garantissant la reconstitution des peuplements forestiers par voie naturelle ou par plantation après la récolte.
L'association écologiste WWF – organisation non gouvernementale – a lancé l'idée d'une certification forestière de gestion durable, et a créé le **FSC** *(Forest Stewardship Council)* en 1993.
En Europe, vient d'être créé le **PEFC** *(Pan European Forest Certification)* qui permet de certifier des forêts dès l'année 2002 dans toute l'Europe.
La certification permet aux consommateurs de reconnaître et d'acheter des produits bois provenant de forêts gérées de manière durable.
Elle comprend une certification du caractère durable de la gestion forestière et la certification d'origine du pays. Des plans de certification sont actuellement élaborés aux niveaux international, national et régional.

Évolution de la forêt française

La forêt française a été gérée de façon durable depuis environ 2 siècles grâce au code forestier et, contrairement aux idées reçues, sa superficie a augmenté pendant cette période.

Après être passée d'environ 35 millions d'hectares à l'époque gallo-romaine à moins de 6 millions d'hectares au début du 19ème siècle, elle atteint aujourd'hui 16 millions d'hectares.

Cet accroissement est particulièrement important depuis une cinquantaine d'années puisque la surface forestière est passée de 12 à 16 millions d'hectares pendant cette période. Ce phénomène est dû au recul des exploitations agricoles dans certaines régions et à la politique de reboisement mise en place depuis 1946 par l'instauration du *Fonds Forestier National*.

Les prévisions maintiennent une courbe en croissance pour les prochaines décennies avec un accroissement annuel d'environ 30 000 ha.

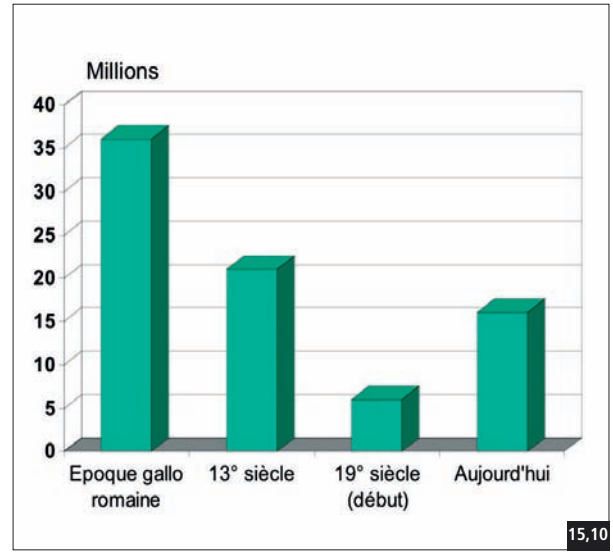


Fig. 15,10
La forêt française est en forte progression.

D'autre part, le stock de bois sur pied est également en augmentation puisque l'on ne récolte, en moyenne, que moins des 2/3 de l'accroissement biologique annuel, et parfois beaucoup moins dans certaines régions.

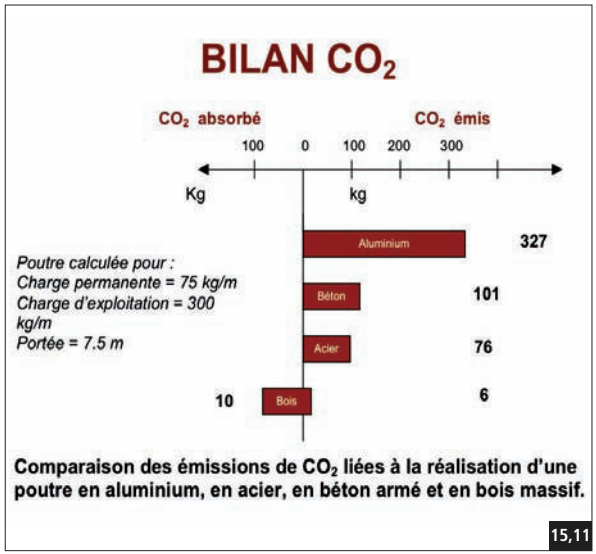
Une bonne gestion forestière passe par la récolte des bois. Il est donc indispensable de «sortir» plus de bois des forêts françaises et donc d'augmenter les débouchés du bois pour une conquête ou une reconquête de certaines parts de marché et ceci principalement dans la construction.

Enfin, la forêt française comparée à celle de ses voisins européens est caractérisée par une grande diversité d'essences (136 essences différentes). Les bois d'essences feuillues dominent puisqu'ils représentent les 2/3 des surfaces boisées.

Le bois : un matériau à faible coût énergétique

Lorsque l'on compare l'énergie nécessaire à la production d'un kilogramme de divers matériaux, on constate que le bois est celui qui consomme, et de loin, le moins d'énergie par rapport aux autres matériaux usuels.

- 4 fois moins que le béton,
- 60 fois moins que l'acier,
- 130 fois moins que l'aluminium.



Comparaison des émissions de CO_2 liées à la réalisation d'une poutre en aluminium, en acier, en béton armé et en bois massif.

15,11

© CNDB

La conséquence de ces qualités est un « bilan CO_2 » positif : en effet, alors que tous les autres matériaux de construction rejettent du dioxyde de carbone pour être extraits, transformés et mis en œuvre, le bois en absorbe pendant la croissance de l'arbre et il en rejette très peu lors de sa production et de sa mise en œuvre, car il consomme peu d'énergie.

Cette double qualité est un élément fondamental pour développer l'emploi de ce matériau.

Cycle de vie du bois

Lorsqu'on observe le cycle de vie du matériau bois, on constate que :

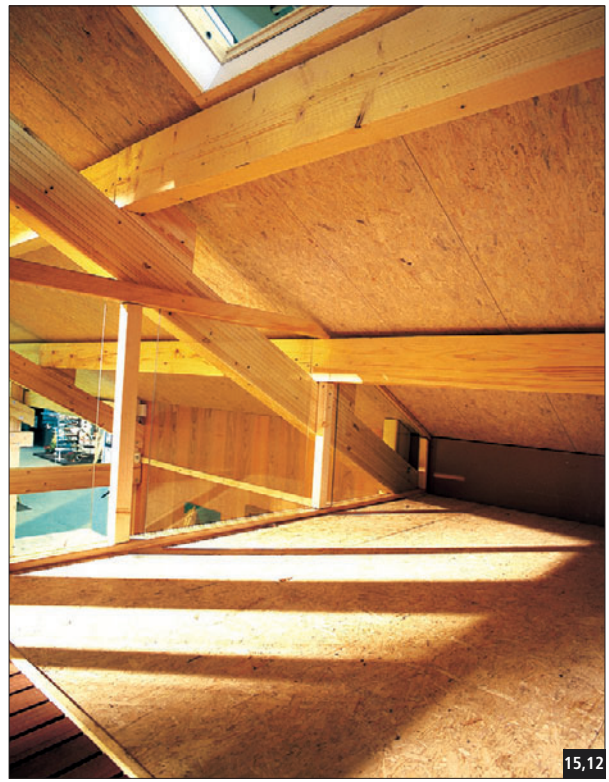
- Sa récolte est peu polluante et préserve les sites, en comparaison avec, par exemple, l'exploitation des carrières et des gravières, véritables filtres des nappes phréatiques.
- C'est un matériau renouvelable, en constante augmentation de production biologique en Europe et permettant un approvisionnement de proximité, en comparaison, par exemple, avec les produits dérivés du pétrole.
- C'est un matériau durable à condition toutefois d'assurer une bonne conception des ouvrages et un choix d'essences adaptées à chaque usage. Des constructions datant de plusieurs siècles en témoignent.
- Aujourd'hui, pour augmenter sa durabilité ou ses performances dans certains emplois, des produits de préservation et autres adjuvants peuvent être cependant utilisés. On en limite l'usage aux applications où cela est indispensable et, de plus, de nouvelles générations de produits à faible impact environnemental commencent à être utilisées.
- C'est un matériau à faible coût énergétique pour être fabriqué et mis en œuvre.
- L'utilisation du bois comme structure dans un bâtiment permet des économies de chauffage, donc

Fig. 15,11
Le bois est le seul matériau de construction qui absorbe plus de gaz carbonique qu'il n'en «rejette» lors de sa transformation.

d'énergie, importantes car le bois est le seul matériau de structure qui soit également un isolant et le système de construction à ossature permet d'intégrer de fortes épaisseurs de matériaux isolants tout en conservant une épaisseur normale aux murs.

- Enfin, c'est un matériau recyclable pour produire des matériaux en bois reconstitué. De plus il peut servir en fin de vie à produire de l'énergie. Seuls les bois ou matériaux dérivés du bois comportant certains adjuvants devront faire l'objet de process de recyclages adaptés, notamment pour les déchets d'atelier et de chantier.

Le dégagement de formol des panneaux est-il dangereux ?



© Photothèque ISO ROY

Fig. 15,12
Le dégagement de formol de ces panneaux est infime.

Le formaldéhyde est un composé omniprésent dans notre environnement. La source la plus importante est l'oxydation du méthane dans la troposphère. Le formaldéhyde est un intermédiaire du métabolisme humain, on le retrouve également naturellement dans certains fruits à des doses comprises entre 1 et 90 mg/kg. Dans un environnement urbain, sa concentration est augmentée par des combustions diverses (gaz d'échappement des véhicules, fumée de cigarette...). Il est un produit très instable est sa durée de demi-vie dans l'air n'est que de quelques heures par action des rayonnements UV (source CEFIC).

C'est un produit largement fabriqué par l'industrie chimique par un procédé d'oxydation du méthanol. Il est présent dans de très nombreux produits d'usage courant tels que peintures, colles, encres, résines, papiers, produits ménagers, shampooing, tissus d'ameublement, vêtements, moquettes, médicaments, biocides, bactéricides, cosmétiques.

La majorité des panneaux dérivés du bois fabriqués en France sont collés à base de résines urée-formol ou mélamine-urée-formol. Dans les deux cas, le formaldéhyde est potentiellement susceptible de se diffuser dans l'atmosphère. Grâce aux efforts menés conjointement par les fabricants de résines et les industriels des panneaux, le processus d'encollage est aujourd'hui optimisé de façon à laisser le moins possible de formaldéhyde se dissiper dans l'atmosphère, et les doses émises par les panneaux actuels sont infimes. Tous les fabricants contrôlent leurs panneaux afin de vérifier que leurs niveaux d'émission ne dépassent pas les valeurs réglementaires.

Le formaldéhyde a pour formule chimique $H_2C{=}O$, (synonymes : Aldéhyde formique, méthanal, méthaldéhyde, méthyl aldéhyde, méthylène oxyde, oxyméthylène). En solution aqueuse il est appelé formol ou formaline.

Le formaldéhyde a un pouvoir allergisant et irritant, le seuil de détection olfactive est variable d'un individu à l'autre et est compris entre 0.12 et 1.2 mg/m³. Une sensation d'irritation est reconnue lorsque la concentration atmosphérique atteint 1.2 à 3.7 mg/m³. Cette propriété limite les risques d'exposition involontaire à des concentrations élevées.

En France, le ministère du travail a fixé pour le formaldéhyde la valeur limite d'exposition (VLE) au poste de travail est de 1 ppm (1,23 mg/m³) et la valeur moyenne d'exposition (VME) de 0,5 ppm. Les unités de fabrication de panneaux sont régulièrement contrôlées et respectent ces valeurs.

Le tableau 15,2 indique les différentes classes de panneaux et les valeurs maximales de dégagement de formaldéhyde exigées par les normes européennes.

Dans une habitation la cinétique d'émission est liée au type de revêtement, à la quantité de panneau dans le local, au renouvellement d'air, à l'humidité et à la température ambiante. Certains revêtements, papier imprégné, laque polyester et polyuréthane, vernis à base de résine alkyde, peuvent contribuer à réduire l'émission de formaldéhyde. Par contre, d'autres finitions tel que la laque aminoplaste contribuent à augmenter l'émission de formaldéhyde.

Classification des panneaux vis-vis du dégagement de formaldéhyde selon PR EN 13986. (tab. 15,2)

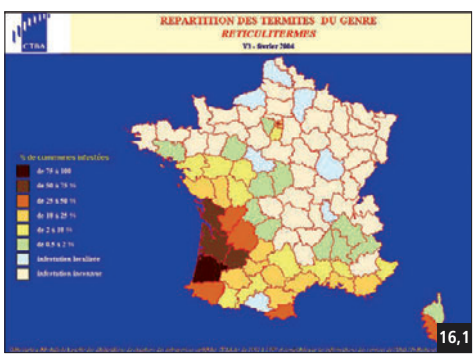
		TYPE DE PANNEAUX		
		Non revêtus	Non revêtus	Revêtus
		Panneaux de Particules OSB MDF	Panneaux contreplaqués	Panneaux de particules panneaux OSB Panneaux de fibres Panneaux contreplaqués Panneaux de fibres Panneaux bois ciment
Méthode d'essai		EN 120 (perforateur)	EN 717-2 (analyse de gaz)	
Valeurs exigées	Classe «E1»	≤ 8 mg/100 g	≤ 3,5 mg/m² h	
	Classe «E2»	8 à ≤ 30 mg/100 g	3.5 à ≤ 8 mg/m² h	

16 Insectes et champignons lignivores

Comment protéger une maison à ossature bois construite en région termitée ?

En métropole, les termites ont besoin d'humidité pour se développer. Les constructions neuves bien conçues, donc sèches, sont rarement attaquées. Cependant, un traitement curatif est nettement plus onéreux qu'un traitement préventif. Il est donc indispensable de protéger les maisons à ossature bois dans les régions termitées. Un état parasitaire est obligatoire lors de la vente d'un terrain (ou d'un immeuble). Les bâtiments peuvent être protégés par une barrière physico-chimique (film imprégné d'insecticide ou produit de traitement dans le sol) ou une barrière physique (bandeau et collerette métallique saillant, grillage métallique...) entre le sol et le bâtiment. Par sécurité supplémentaire, les bois de la construction ont reçu un traitement préventif avec un produit efficace vis à vis des termites.

Répartition des termites en France (source www.termite.com.fr)



© CTBA

Fig. 16,1
Pourcentage des communes infestées par département.

On recense en 2005, 53 départements infestés par les termites en métropole. Les principales régions concernées sont le Sud-Ouest, les départements des côtes atlantique et méditerranéenne, les départements bordant les vallées du Rhône, de la Garonne et de la Loire et l'Ile-de-France.

La répartition des termites évolue rapidement. Consultez le site www.termite.com.fr. Il précise notamment les communes faisant l'objet d'un arrêté préfectoral concernant l'infestation des termites.

Protection des maisons à ossature bois

Un traitement de préservation préventif doit être prévu dès la conception du projet. Le bois fait partie des aliments recherchés par les termites et ils sont invisibles. Ils attaquent le bois à l'abri de la lumière et les termites savent profiter de la moindre faille existante pour s'introduire dans une construction. Les insectes cheminent dans l'obscurité et à l'intérieur des murs, soit dans les espaces vides, soit dans les matériaux isolants dont peu présentent pour eux un véritable obstacle.

La protection est assurée par la mise en œuvre d'une barrière physico-chimique, disposée sous les ouvrages de soubassement, et/ou par des boucliers métalliques constitués de bandeaux et collerettes métalliques saillants et par le traitement des bois de structure.

Barrière physique

Voir figures 16,2 et 16,3

Les débords de dalle et les boucliers métalliques constituent un obstacle supplémentaire aux cheminements des termites et rendent plus visibles les cordonnets que ces insectes seront obligés de construire pour continuer leur progression à l'abri de la lumière. Les boucliers métalliques sont fabriqués à partir

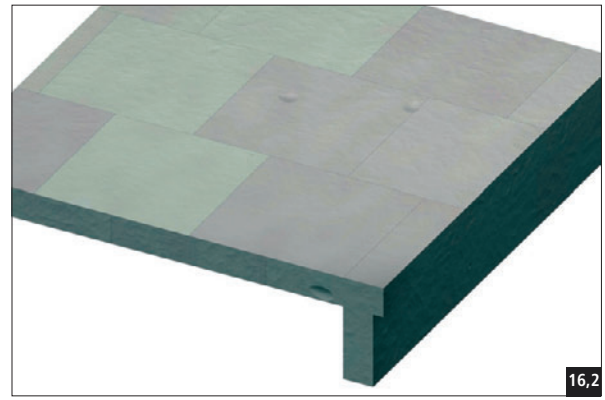
d'une plaque en acier inoxydable de préférence. Ils sont placés au-dessus des fondations sous la dalle. Ces boucliers doivent être inspectés périodiquement (tous les trois mois), car les termites peuvent parfois arriver à les contourner.

Traitement des bois d'ossature

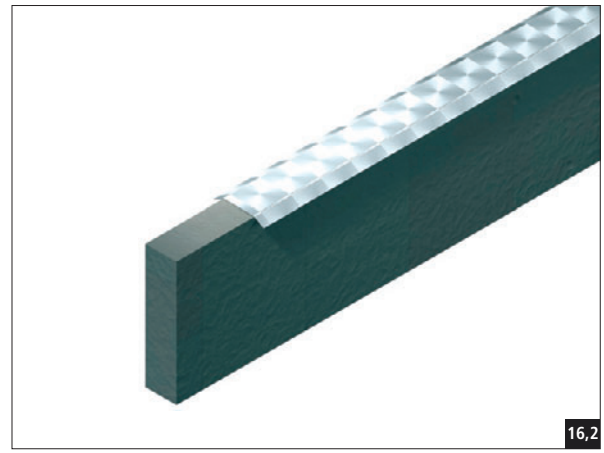
Lorsque le sol est correctement traité, le bâtiment se trouve protégé contre les termites. Seuls les bois de structure non visitables doivent être traités préventivement, en plus du traitement de base contre les champignons et les insectes à larves xylophages comme le capricorne des maisons (classe II suivant norme NF B 50-100). Pour la lisse basse des précautions supplémentaires sont nécessaires. La majorité des bois métropolitains ont un duramen d'une résistance médiocre vis-à-vis des termites. Il est préférable d'utiliser en région termitée, des pièces riches en aubier telles que les pins, que l'on pourra efficacement protéger par des produits chimiques efficaces contre les termites dans toute la zone imprégnable par autoclave. Lorsque les pièces contiennent du duramen non imprégnable (comme le pin), tous les usinages doivent être fait avant traitement pour conserver la pellicule superficielle du duramen traité qui, bien que de faible épaisseur, améliore cependant la résistance du bois vis-à-vis des termites.

Détails de constructions

Les vides sanitaires accessibles (80 cm minimum) permettent de procéder à des inspections périodiques contrairement aux dalles sur terre-plein. Elles exigent plus de précautions. Les remblais ne devront contenir aucune matière organique et devront être traités par épandage puis compactés. La dalle de béton sera recouverte par une barrière d'étanchéité souple de bitume armée avec du tissu de verre (plus résistante que les feuilles de polyéthylène) et sera monolithique en évitant, dans la mesure du possible, les joints de dilatation et de fractionnement.



© Yves BENOIT



© Yves BENOIT

Fig. 16,2
Protection d'un bâtiment sur dalle sur terre-plein.

Fig. 16,3
Protection d'un bâtiment sur vides sanitaires accessibles.

La première marche des escaliers extérieurs et perrons sera en béton de 15 cm de hauteur minimale, reposant elle-même sur sol traité. Chaque face sera accessible pour être surveillée.

Comment se protéger des insectes et des champignons qui attaquent le bois ?

Pour vérifier la durabilité d'un ouvrage, il faut appliquer la méthode suivante :
Déterminer la classe d'emploi de l'ouvrage : la classe d'emploi de l'ensemble des éléments d'un ouvrage ou d'une partie d'ouvrage doit être définie en fonction de

la localisation de l'ouvrage, des risques et de la fréquence de l'exposition aux intempéries.

Choisir l'essence : rechercher si l'essence retenue présente une durabilité naturelle suffisante pour convenir dans cet emploi. Le cas contraire, vérifiez notamment pour les classes d'emploi sévères 4 et 5, que son imprégnabilité est compatible avec le traitement.

Définir le traitement de préservation : si l'essence choisie n'est pas suffisamment durable et si l'on ne peut pas la remplacer par une essence durable, il faudra protéger par un traitement de préservation approprié, au minimum dans la zone « vulnérable » qui peut être le siège d'une attaque biologique (insecte et/ou champignons).

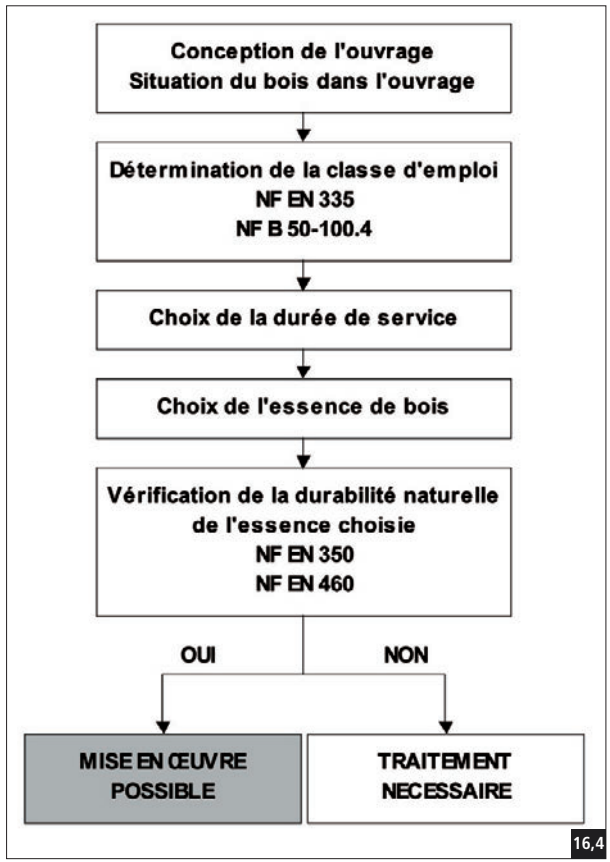


Fig. 16,4
Synoptique de la démarche « durabilité naturelle », c'est-à-dire sans traitement de préservation.

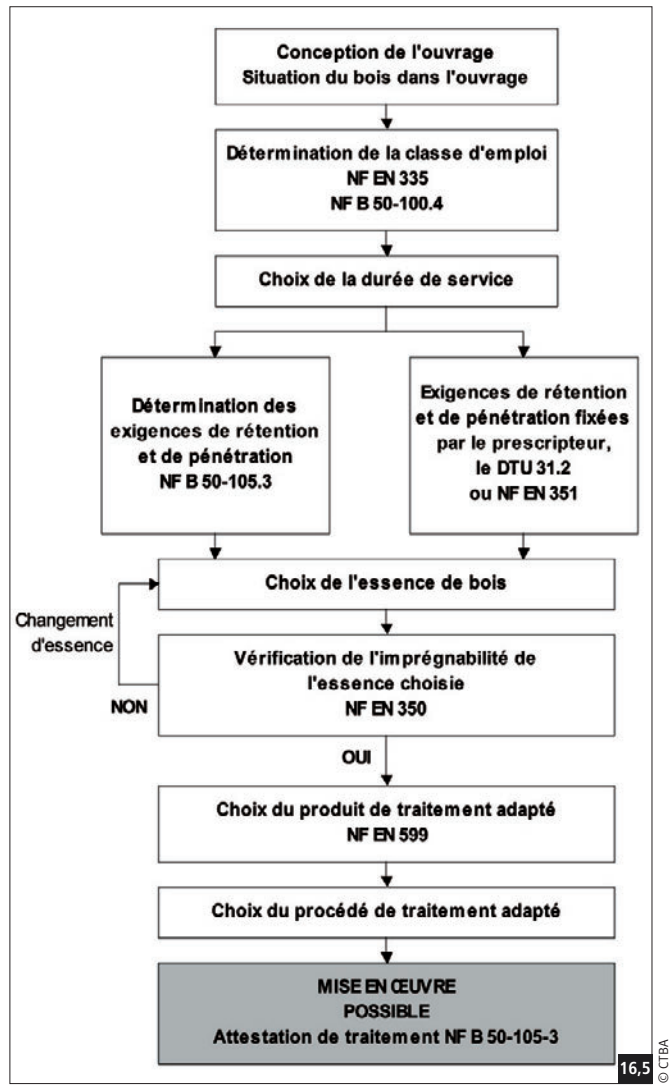


Fig. 16,5
Synoptique de la démarche « durabilité conférée », c'est-à-dire avec traitement de préservation.

Les classes de risque d'attaques biologiques et classe d'emploi

L'expression « Classe de risque Biologique ou classe de risque d'attaque biologique », est utilisé dans la normalisation depuis 1986. Dans un souci de meilleure communication, le CEN TC 38 a décidé en Octobre 2001 de remplacer dans un délai de cinq ans, le terme de

Les 5 classes d'emplois sont définies dans la norme EN 335-1. (tab. 16,1)

CLASSES D'EMPLOI	SITUATION EN SERVICE	EXEMPLES D'EMPLOIS	RISQUES BIOLOGIQUES
Classe 1	Bois toujours sec. Humidité inférieure à 20 %	Emplois intérieurs uniquement : parquets, lambris, menuiseries et aménagements intérieurs	- Insectes - Termites
Classe 2	Bois sec mais dont l'humidité peut occasionnellement dépasser 20 %	Charpente, ossatures correctement ventilées en service	- Insectes - Champignons de surface - Termites
Classe 3 (faible exposition)	Bois soumis à des alternances rapides d'humidification (humidité fréquemment supérieure à 20 %), sans stagnation d'eau et avec séchage complet avant réhumidification.	Bardages, planches de rives, bien ventilés, fenêtres posées au nu intérieur...	- Pourriture - Insectes - Termites
Classe 3 (forte exposition)	Bois soumis à des alternances rapides d'humidification (humidité fréquemment supérieure à 20 %), avec stagnation d'eau et séchage avant réhumidification.	Bardage, solive sur cave humide et autres pièces non ventilées, solive encastrées dans un mur humide, fenêtres posées au nu extérieur...	- Pourriture - Insectes - Termites
Classe 4	Bois à une humidité toujours supérieure à 20 %	Bois horizontaux en extérieur (balcons, coursives,...) et bois en contact avec le sol ou une source d'humidification prolongée ou permanente	- Pourriture - Insectes - Termites
Classe 5	Bois en contact permanent avec l'eau de mer	Piliers, pontons, bois immergés	- Pourriture - Insectes - Térébrants marins

classe de risque, par celui de classe d'emploi. Ce remplacement aura lieu progressivement lors des révisions des normes existantes, et de l'élaboration de nouvelles normes.

Choix de l'essence

Durabilité naturelle des essences

Les tableaux suivants précisent la durabilité naturelle pour chaque classe d'emploi des essences tempérées et tropicales les plus courantes. Un exemple, un bardage non abrité pourra être réalisé en chêne, châtaignier, douglas, pin maritime, pin sylvestre... sans traitement mais à condition que ces bois soit purgés d'aubier.

Les lames en résineux purgés de l'aubier étant difficile à se procurer, la grande majorité des lames de bardage en pin maritime par exemple sont traité classe 3.

Essences feuillues originaires des zones à climat Tempéré. (tab. 16,2)

ESSENCES DE BOIS	CLASSE 1 (1)	CLASSE 2 (1)	CLASSE 3 (2)	CLASSE 4 (3)
ESSENCE FEUILLUES TEMPÉRÉES				
Bouleau	NON	NON	NON	NON
Charme	NON	NON	NON	NON
Châtaignier	OUI	OUI	OUI	OUI (4)
Chêne (rouvre et pédonculé)	OUI	OUI	OUI	OUI (4)
Chêne rouge d'Amérique	OUI	OUI	NON	NON
Erable	NON	NON	NON	NON
Eucalyptus globulus	NON	NON	NON	NON
Frêne	NON	NON	NON	NON
Hêtre	NON	NON	NON	NON
Noyer	OUI	OUI	OUI	NON
Orme	OUI	OUI	NON	NON
Peuplier	NON	NON	NON	NON
Robinier (faux Acacia)	OUI	OUI	OUI	OUI
Tilleul	NON	NON	NON	NON

Tab. 16,2
Non : le bois n' est pas utilisable sans traitement.
Oui : le bois est utilisable sans traitement, en purgeant l' aubier.

Essences résineuses originaires des zones à climat Tempéré. (tab. 16,2)

ESSENCES DE BOIS	CLASSE 1 (1)	CLASSE 2 (1)	CLASSE 3 (2)	CLASSE 4 (3)
ESSENCE FEUILLUES TEMPÉRÉES				
Cèdre	OUI	OUI	OUI	NON
Douglas (Pin d'Orégon)	OUI	OUI	OUI	NON
Epicéa (Sapin blanc du nord)	NON	NON	NON	NON
Hemlock	NON	NON	NON	NON
Mélèze	OUI	OUI	OUI	NON

Essences résineuses originaires des zones à climat Tempéré. (suite tab. 16,2)

ESSENCES DE BOIS	CLASSE 1 (1)	CLASSE 2 (1)	CLASSE 3 (2)	CLASSE 4 (3)
ESSENCE FEUILLUES TEMPÉRÉES				
Pin maritime	OUI	OUI	OUI	NON
Pin noir d'Autriche et Laricio	OUI	OUI	NON	NON
Pin sylvestre (Sapin rouge du nord)	OUI	OUI	OUI	NON
Pin weymouth	OUI	OUI	NON	NON
Pitchpin	OUI	OUI	OUI	NON
Western Red Cedar	OUI	OUI	OUI	NON
Sapin	NON	NON	NON	NON

(1) Sans limitation de durée de service.
(2) Pour les durées de service de l'ordre de 25 ans, indépendamment de déformations à maîtriser séparément.
(3) Le comportement et la durée de service dépendent de nombreux facteurs liés au sol, climat, expositions, sections des pièces, etc. L'appréciation est donnée ici pour une durée moyenne de plus de 10 ans sans attaque significative. Il n'est pas non plus tenu compte de la section des bois qui, toutes choses égales par ailleurs, peut retarder la rupture des pièces attaquées par la pourriture.
(4) La durée de service peut être inférieure à 10 ans avec de faibles sections et des expositions sévères.

Essences originaires des zones à climat tropical. (tab. 16,3)

ESSENCES DE BOIS	CLASSE 1 (1)	CLASSE 2 (1)	CLASSE 3 (2)	CLASSE 4 (3)
ESSENCE TROPICALES				
Amarante	OUI	OUI	OUI	NON
Angélique	OUI	OUI	OUI	NON
Azobé	OUI	OUI	OUI	NON (4)
Bété	OUI	OUI	OUI	OUI
Dibétou	OUI	OUI	NON	NON
Douka	OUI	OUI	OUI	OUI

Essences originaires des zones à climat tropical. (suite tab. 16,3)

ESSENCES DE BOIS	CLASSE 1 (1)	CLASSE 2 (1)	CLASSE 3 (2)	CLASSE 4 (3)
ESSENCE TROPICALES				
Doussié	OUI	OUI	OUI	OUI
Framiré	OUI	OUI	NON	NON
Illomba	NON	NON	NON	NON
Ipé (Ebène verte)	OUI	OUI	OUI	OUI
Iroko	OUI	OUI	OUI	OUI
Kapur	OUI	OUI	OUI	OUI
Kosipo	OUI	OUI	OUI	NON
Lauan white	OUI	NON	NON	NON
Limba	NON	NON	NON	NON
Méranti dark red(> 650 kg/m²)	OUI	OUI	OUI	NON
Moabi	OUI	OUI	OUI	OUI
Niangon	OUI	OUI	OUI	NON
Padouk	OUI	OUI	OUI	OUI
Samba	NON	NON	NON	NON
Sipo	OUI	OUI	OUI	NON
Teck (d'Asie)	OUI	OUI	OUI	OUI
Wengé	OUI	OUI	OUI	NON

(1) Sans limitation de durée de service,
(2) Pour les durées de service de l'ordre de 25 ans, indépendamment de déformations à maîtriser séparément,
(3) Le comportement et la durée de service dépendent de nombreux facteurs liés au sol, climat, expositions, sections des pièces, etc. L'appréciation est donnée ici pour une durée moyenne de plus de 10 ans sans attaque significative. Il n'est pas non plus tenu compte de la section des bois qui, toutes choses égales par ailleurs, peut retarder la rupture des pièces attaquées par la pourriture,
(4) L'Azobé présente souvent des hétérogénéités de duramen, préjudiciables à sa durabilité.

Imprégnabilité des essences et traitement de préservation

L'imprégnabilité des essences est une propriété importante. Elle définit la capacité de l'essence à ce laisser pénétrer par le produit de préservation. Toutes les essences ont une durabilité naturelle ou conférée par un traitement suffisant pour un emploi en classe 1, 2 ou 3. Pour les classes d'emploi plus sévères, notamment la classe 4 « Bois à une humidité toujours supérieure à 20 % », l'essence doit être imprégnable comme le pin par exemple, si sa durabilité naturelle n'est pas suffisante.

Le tableau 16,6 indique pour les essences tempérées les plus courantes, un niveau d'aptitude au traitement en classe d'emploi 4 exprimé en durée de service estimée pour des bois traités en autoclave « Procédé de traitement »). Cette durée de service doit surtout être considérée comme un positionnement relatif des essences les unes par rapport aux autres. Les critères pris en compte sont l'imprégnabilité et la largeur de l'aubier et l'imprégnabilité et la durabilité naturelle du bois parfait.

Définir le traitement de préservation

Un produit de préservation du bois est un produit appliqué à la surface du bois ou introduit dans celui-ci, de façon à augmenter les caractéristiques de durabilité naturelle du matériau. Il contient trois types d'éléments :

- des matières actives pour conférer l'efficacité biologique.
- un véhicule ou solvant, pour transporter les matières actives à l'intérieur du bois.
- des principes de fixation, pour assurer le maintien de la protection pendant toute la durée de service de l'ouvrage.

Pour être efficace par rapport à un ou plusieurs des agents biologiques destructeurs du bois (capricornes, lyctus, vrillettes, termites, champignons...), un produit de préservation doit pénétrer un volume précis de bois, en quantité adéquate afin qu'il y reste en quantité suffisante, pour la durée de service de l'ouvrage et sans effets secondaires nocifs pour l'homme et l'environnement. Ce résultat sera obtenu en asso-

Essence	Bois ronds	Bois équarris
Bouleau	2	3
Charme	1	1
Châtaignier	2	3
Chêne blanc européen	2	3
Douglas	Inutilisable (1)	Inutilisable
Épicéa	Inutilisable (1)	Inutilisable
Frêne	Inutilisable	4
Hêtre	1	1
Mélèze	2	4
Peuplier	Inutilisable	Inutilisable
Pin maritime	1	3
Pin noir	1	4
Pin sylvestre	1	3
Robinier	1 à 2	3
Sapin	Inutilisable (1)	Inutilisable
Western red cedar	Inutilisable (1)	Inutilisable

(1) : Sauf préparation mécanique de type perforations sur poteaux ou gros bois ronds, conférant une performance de niveau 2 à 3.

Signification des niveaux

- **Bois ronds** (ou équarris tout aubier)

– **Niveau 1** : exposition intensive et longue durée de service ; contact eau-sol pour 20 ans de service ou plus.
– **Niveau 2** : 15 à 20 ans en exposition intensive, plus de 20 ans en exposition modérée (hors contact eau-sol).

- **Bois équarris** (proportion variable de bois parfait et d'aubier)

– **Niveaux 1 et 2** : comme pour les bois ronds.
– **Niveau 3** : 10 à 15 ans en exposition intensive, plus de 20 ans en exposition modérée (hors contact eau-sol).
– **Niveau 4** : environ 10 ans en exposition intensive, plus de 20 ans en exposition modérée.

Remarques :

– Tous les niveaux impliquent la conformité aux spécifications de traitement normalisées de la classe de risque 4.
– L'aptitude à l'emploi en classe 5 (bois en contact avec l'eau de mer) est réservée aux bois ronds de niveau 1.
– Cette classification n'est pas normalisée, elle résulte d'une association entre l'expérience et les données fournies par les normes.

16,6

© CTBA

Tab. 16,6
Niveau d'aptitude au traitement en classe d'emploi 4 des principales essences tempérées.

ciant aux caractéristiques intrinsèques d'un produit de préservation, une essence, et un procédé de traitement choisis pour atteindre ses performances.

Familles de produits

- Sels métalliques non fixants : sels mono-composant (fluor, bore ou cuivre) utilisé en solution dans l'eau.
- Sels métalliques fixants : sels métalliques complexes comprenant du chrome pour fixer les métaux actifs (CCA, CCB).
- Produits organiques : contiennent des solvants pétroliers.
- Émulsions : utilisent l'eau comme véhicule associée à des substances de synthèse non hydrosolubles.
- Produits mixtes : associent des composés métalliques (cuivre, bore) à des molécules de synthèse.
- Créosote : composée de substances actives issues de distillation de la houille.

Procédés de traitement

- Trempage court : les pièces de bois sont immergées dans le produit de préservation.
- Badigeonnage et pulvérisation : proche du trempage car utilisation des même produits.
- En autoclave : remplissage complet de toutes les cellules du bois par du produit de préservation jusqu'à saturation selon le procédé par injection à refus (principe Béthell), ou selon le procédé par double vide.

TYPE DE PRODUIT	CLASSES D'EMPLOIS				
	1	2	3	4	5
Sels métalliques non fixants	OUI	NON	NON	NON	NON
Sels métalliques fixants	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Produits organiques	OUI	OUI	OUI	NON	NON
Émulsions	OUI	OUI	NON	selon procédé	NON
Produits mixtes	OUI	OUI	OUI	OUI	Pas d'info
Créosote (1)	NON	NON	NON	au cas par cas	NON

(1) Les restrictions d'emploi ne découlent pas d'une non-faisabilité technique, mais de contraintes réglementaires, sanitaires ou de simple confort.

Classes d'emplois accessibles par type de produits

Pour qu'un produit puisse être utilisé dans une classe d'emploi donnée, il faut qu'il ait satisfait aux tests biologiques d'efficacité.

Le tableau en bas à gauche résume les cas de figure possibles par familles de produits, étant entendu que cette faisabilité va également être conditionnée par l'essence de bois et le procédé de traitement.

Classes d'emplois accessibles par procédés de traitement

Le tableau page de droite définit de façon simplifiée les différentes possibilités, par classes d'emplois, des procédés de traitement utilisables :

Système certification qualité

CTB P+ :

Certification de produits de traitements des bois.

Caractéristiques certifiées :

- Efficacité des produits
- Sûreté du produit, de son application et du bois traité en service vis-à-vis de l'environnement et de la santé

CTB B+ :

Certification de produits de bois traité.

Caractéristiques certifiées :

- Efficacité du traitement.
- Sûreté du traitement et du bois traité en service vis-à-vis de l'environnement et de la santé.

Ces deux certifications couvrent d'une part l'efficacité de la protection conférée au bois, et d'autre part les aspects liés à la santé (hygiène, sécurité, environnement).

CTB A+ :

Certification de services d'applicateurs de traitements curatifs et préventifs sur les bois en œuvre.

CLASSE D'EMPLOI	PROCÉDÉS DE TRAITEMENT	CONDITIONS À RESPECTER
1	Trempage court	Durée 3 min
	Badigeonnage ou pulvérisation	Apport valeur critique du produit
2	Trempage court	Durée 3 mm
	Badigeonnage ou pulvérisation	Apport valeur critique du produit
	Autoclave	150 litres/m³ mini.
3 faible	Trempage court	10 min mini. (1)
	Badigeonnage ou pulvérisation (2)	Apport 1,5 x valeur critique du produit
	Autoclave	150 litres/m³ mini.
3 forte	Autoclave	Saturation pour toutes les essences
4	Autoclave	Saturation pour toutes les essences
5	Autoclave	Saturation et uniquement sur des essences imprégnables

(1) Durée de trempage prolongée par sécurité.

(2) Uniquement en rénovation ou restauration in situ, sous contrôle d'application.

Caractéristiques certifiées :
- Efficacité des traitements effectués.
- Qualification professionnelle et déontologie des entreprises.
- Garantie de résultat couvrant l'usager en cas de nouvelle infestation.
- Adaptation des traitements curatifs effectués à la nature et à l'importance des dégâts.

Procédés de traitement naturel ASAM

Les procédés de préservation industriels par trempage et autoclave nécessitent des produits de traitement de préservation toxiques qui sont actuellement en cours d'évaluation dans le cadre de la directive européenne BIOCIDE, afin d'autoriser leur emploi dans la construction. Pour les remplacer, l'unité de chimie agro-industrielle de l'INRA – INPT – ENSIACET (Institut national polytechnique de Toulouse et École nationale supérieure des ingénieurs en arts chimiques et technologiques) a développé en laboratoire un nouveau produit de traitement du bois : l'ASAM.

Ce procédé de traitement est actuellement en phase d'industrialisation.

L'ASAM (Anhydride Succinite d'Alkénoate de Méthyle) est une molécule non toxique d'origine végétale. C'est un dérivé de l'huile de colza, obtenu après réaction chimique avec un anhydride. Au cours du traitement du bois, l'ASAM transforme la cellulose en ester de cellulose et la molécule s'accroche dans le bois en profondeur et limite la pénétration de l'eau dans le bois. Les insectes xylophages et à larves xylophages ne sont plus attirés par le bois car la cellulose (leur nourriture) est transformée en ester particulièrement indigeste. Par ailleurs, l'eau pénétrant plus difficilement dans le bois, le risque de développement de champignons lignivores est fortement diminué.

Actuellement, l'ASAM devrait apporter une protection de classe d'emploi 3. L'unité de chimie agro-industrielle développe des recherches pour atteindre la classe d'emploi 4, qui protége le bois en contact permanant avec le sol.

17 Le feu

Quels sont les risques en cas d'incendie dans une maison à ossature bois ?

Fig. 17,1
La couche carbonisée protège les couches internes et ralentit l'avance du feu.

17,1 © CTBA

Contrairement aux idées reçues, le bois présente des avantages en cas d'incendie : il ne se déforme pas, ne dégage pas de gaz toxiques, il brûle lentement laissant le temps nécessaire à l'évacuation des personnes. En fait, son comportement au feu est totalement prévisible. Le bois est le matériau préféré des pompiers. La dilatation thermique du bois est 3 fois plus faible que celle de l'acier et du béton. Sous l'action de la chaleur, une charpente métallique a tendance à se déformer, voire s'effondrer. Une charpente en bois ne se déforme pas ou peu et continue d'assurer ses fonctions porteuses jusqu'à l'intervention des pompiers. Par ailleurs, la conductivité thermique du bois est faible. Il est 12 fois plus isolant que le béton, 350 fois plus que l'acier, 1 500 fois plus que l'aluminium. La couche carbonisée, dont la conductivité thermique est encore plus faible, protège les couches internes et ralentit l'avance du feu. Enfin, le bois exempt de colles et de produits de finition ou préservation ne dégage pas de gaz toxiques en brûlant, contrairement à de nombreux produits organiques.

Principes de la sécurité incendie dans les maisons d'habitation

Les exigences fondamentales de la sécurité incendie reposent sur un triple objectif :

- La sécurité des personnes qui, quels que soient leur âge et leur condition physique, doivent pouvoir quitter saines et sauves une maison dans laquelle un incendie s'est déclaré
- La sauvegarde des sapeurs-pompiers engagés dans les opérations de sauvetage et d'extinction
- La sauvegarde des biens, notamment celle des immeubles voisins, qui est toutefois considérée comme étant une affaire d'assurance.

Les exigences de stabilité et de sécurité en cas d'incendie sont définies dès le début d'un projet de construction. Les règles de construction s'appliquent à tous les types de constructions de maisons (maçonnerie, métal, bois, etc.).

Classement des maisons d'habitation

Les maisons d'habitation sont classées par l'arrêté du 31 janvier 1986, modifié le 18 août 1986, en quatre familles. L'habitat en bois appartient en général à la première ou à la deuxième famille et plus rarement à la troisième famille. Par ailleurs, une maison individuelle est un bâtiment ne comportant pas de logements superposés.

Première famille

- Les habitations individuelles isolées ou jumelées $\leq$ R + 1 (non compris caves et sous sols enterrés ou semi-enterrés).

• Les habitations individuelles en bandes rez-de-chaussée.
• Les habitations individuelles en bandes R + 1, si les structures sont indépendantes.

Deuxième famille
• Les habitations individuelles, isolées ou jumelées > R + 1.
• Les habitations individuelles, isolées ou jumelées en R + 1 si les structures ne sont pas indépendantes.
• Les habitations collectives ≤ R + 3 (si le plancher bas du logement le plus haut est situé à plus de 8 mètres au-dessus du sol, l'escalier doit être encloisonné).

Troisième famille
Habitations dont le plancher bas du logement le plus haut est situé à vingt-huit mètres au plus au-dessus du sol utilement accessible aux engins des services de secours et de lutte contre l'incendie, parmi lesquelles on distingue :
• Troisième famille A
Les habitations collectives qui comportent au plus sept étages sur rez-de-chaussée et des circulations horizontales telles que la distance entre la porte palière de logement la plus éloignée et l'accès à l'escalier soit au plus égale à sept mètres ;
• Troisième famille B
Les habitations ne répondant pas aux conditions précédentes.

La réaction du bois au feu

La réaction au feu est définie comme étant l'aptitude d'un matériau à participer, notamment par sa décomposition, au feu auquel il est exposé. Actuellement pour un usage en France, les matériaux sont classés en cinq catégories de Mo à M1. Les éléments marqués CE, destinés notamment à l'exportation en Europe, ont un classement conventionnel, les Euroclasses, défini par l'Arrêté du 21 novembre 2002

Le classement « M » franco-français

Les matériaux sont classés en quatre catégories, Mo (Incombustible) M1 (Non inflammable), M2 (Difficilement inflammable), M3 (Moyennement inflammable), M4 (Facilement inflammable) selon la norme NF P 92-507 « Batiment – Matériaux de construction et d'aménagement – classement selon leur réaction au feu ». Un classement conventionnel « réaction au feu du bois et de ces dérivés » a été accepté par le CECMI (Comité d'étude et de classification des matériaux et éléments de construction par rapport au danger incendie) et repris dans l'arrêté du 30 juin 1983, annexe 21, modifié le 28 août 1991.

Classement des matériaux à base de bois :
Bois massifs non résineux :
• Épaisseur supérieure ou égale à 14 mm : M3
• Épaisseur inférieure à 14 mm : M 4

Bois massifs résineux :
• Épaisseur supérieure ou égale à 18 mm : M3
• Épaisseur inférieure à 18 mm : M 4

Panneaux dérivés du bois :
• Épaisseur supérieure ou égale à 18 mm : M3
• Épaisseur inférieure à 18 mm : M 4
Parquets en bois massif collés :
• Épaisseur supérieure ou égale à 6 mm avant ponçage : M3
• Épaisseur inférieure à 6 mm avant ponçage : M4

Les classements conventionnels M3 et M4 des bois et des panneaux dérivés du bois ne sont pas modifiés par les revêtements de surface adhérents suivants :
• placage bois d'épaisseurs inférieures ou égales à 0,5 mm,
• tout autre revêtement dont le dégagement calorifique surfacique ne dépasse pas 4,18 MJ/m² (1 000 Kcal/m²).

Les plaques de stratifiés décoratifs haute pression conformes à la norme NF T 54-301 et d'épaisseur inférieure à 1,5 mm sont classées en catégorie M3.

Classement des matériaux peints

Supports non isolants classés Mo (Béton brique, plâtre…) :

- Revêtus de peinture appliquée en quantités inférieures à 0,35 Kg/m² humide pour les peintures mates et satinées, sans prendre en compte les apprêts impressions ou bouche-pores : classement M1 ;
- Revêtus de revêtements plastiques épais, définis par le DTU 59.2, utilisés en extérieur de bâtiment, en quantités comprises entre 1,5 et 3,5 kg/m² humide : classement M2.

Supports inertes revêtus en utilisation intérieure de peinture brillante en quantités inférieures à 0,10 kg/m² humide ou de peinture mate ou satinée en quantités inférieures à 0,40 kg/m² humide, et en utilisation extérieure de peinture brillante en quantités inférieures à 0,15 kg/m² humide ou de peinture mate ou satinée en quantités inférieures à 0,65 kg/m² humide : classement Mo.

Supports non isolants classés M1 ou M2 :

- Revêtus de peinture appliquée en quantités inférieures à 0,35 kg/m² humide pour les peintures brillantes et à 0,50 Kg/m² humide pour les peintures mates et satinées, sans prendre en compte les apprêts, impressions, ou bouche-pores : classement M2.

Dans les cas non prévus ci-dessus où un fabricant souhaite démontrer que sa peinture ne déclasse pas les supports désignés ci-dessus, il faudra procéder à un essai de classement en réaction au feu.

Les Euroclasses : classement de réaction au feu européen

Les Euroclasses introduisent des éléments supplémentaires par rapport au classements « M » français, tel que la production de fumée, la chute de gouttelettes et débris enflammés. Par ailleurs, il existe un classement différent pour les revêtements de sol.

Les produits de construction à l'exception des sols

Ils sont classés en fonction des critères suivants :

- **A1, A2, B, C, D, E, F** : Vitesse de développement du feu (l'indice FIGRA en W/s) et énergie totale dégagée par le produit (l'indice THR en MJ) ;
- **s1, s2, s3** développement (indice SMOGRA en m²/s²) et production de fumées (indice TSP en m²) ;
- **do, d1, d2** production de gouttelettes et de débris enflammés (respectivement, aucune gouttelette avant 600 s, 10 s, présence de gouttelettes).

Les produits de construction pour les sols

Ils sont classés en fonction des mêmes critères que les autres produits excepté la production de gouttelettes qui n'a pas lieu d'être. L'indice « fl » (floor) est précisé pour les distinguer.

- A1fl, A2fl, Bfl, Cfl, Dfl, Efl, Ffl ;
- s1, s2 (fumées).

Le classement du bois et des panneaux dérivés du bois évolue des classes B à D, s1 à s2 et do à d2.

Classements conventionnels

Le modificatif du 13 août 2003 à l'arrêté réaction au feu du 21 novembre 2002 mentionne les classes de réaction au feu des panneaux à base de bois conformément à l'EN 13986[1].

Classe de performance en réaction au feu des panneaux dérivés du bois

Les classements indiqués dans le tableau 17,1 sont valables uniquement pour des panneaux montés, sans espace, directement sur un support constitué par un produit de classe A1 ou A2-s1, do ayant une densité minimale de 10 kg/m³, ou au minimum par un

[1] *Les réactions au feu des produits sous marquage CE sont définies par les normes harmonisées correspondantes.*

Classe de performance en réaction au feu des panneaux dérivés du bois (CTBA). (tab. 17,1)

PANNEAUX À BASE DE BOIS	RÉFÉRENCE DE QUALITÉ DU PRODUIT EN	DENSITÉ MINIMALE (MM)	ÉPAISSEUR MINIMALE (MM)	CLASSE (À L'EXCLUSION DES SOLS)	CLASSE SOLS
Panneaux de particules	NF EN 312	600	9	D-s2, do	D_{fl}, s1
Panneaux de fibres, durs	NF EN 622-2	900	6	D-s2, do	D_{fl}, s1
Panneaux de fibres, mi-durs	NF EN 622-3	600 400	9 9	D-s2, do E	D_{fl}, s1 E_{fl}
Panneaux de fibres, tendres	NF EN 622-4	250	9	E	E_{fl}
Panneaux de fibres, densité moyenne (MDF) (issus d'un procédé de fabrication à sec)	NF EN 622-5	600	9	D-s2, do	D_{fl}, s1
Panneaux de particules avec liant à base de ciment (teneur minimale en ciment de 75% en masse)	NF EN 634-2	1000	10	B-s1, do	B_{fl}, s1
Panneaux OSB (panneaux à particules orientées)	NF EN 300	600	9	D-s2, do	D_{fl}, s1
Contreplaqué	NF EN 636	400	9	D-s2, do	D_{fl}, s1
Panneaux de bois massif	NF EN 13353	400	12	D-s2, do	D_{fl}, s1

produit de classe D-s2, do ayant une densité minimale de 400 kg/m³.

Classe de performance en réaction au feu des lambris et bardages

Le projet de norme pr NF EN 14915 « Lambris et bardages en bois --- caractéristiques, évaluation de conformité et marquage » précise le classement conventionnel (tableau 17,2).

a) Montés selon NF EN 13823, sur un cadre support en bois, avec un espace fermé ou rempli d'une sous-couche répondant au moins à la classe A2-s1, do, de masse volumique minimale de 10 kg/m³ ou d'une isolation en cellulose répondant au moins à la classe E et avec ou sans barrière à la vapeur d'eau derrière le panneau.

b) Montés selon NF EN 13823, sur un cadre support en bois, avec ou sans vide d'air ouvert derrière le panneau de bois.

c) Classe telle qu'indiquée dans le tableau 1 de l'annexe à la Décision 2000/147/CE. Cette décision est actuellement en révision pour tenir compte des applications en façade.

Classe de performance en réaction au feu de lambris et bardages en bois (CTBA). (tab. 17,2)

PRODUIT	DÉTAILS DU PRODUIT[e]	MASSE VOLUMIQUE MOYENNE MINIMALE (KG/M³)	ÉPAISSEUR HORS TOUT MINIMALE (MM)	CONDITION D'UTILISATION FINALE[d]	CLASSE[c]
Lambris et bardage[a]	Éléments de sciage classés visuellement ou mécaniquement avec ou sans languette et/ou rainure avec ou sans surface profilé	390	9/5	Sans lame d'air ou avec lame d'air fermée	D, s2,d2
Lambris et bardage[a]	Éléments de sciage classés visuellement ou mécaniquement avec ou sans languette et/ou rainure avec ou sans surface profilé	390	12/8	Sans lame d'air ou avec lame d'air fermée	D, s2,do
Lambris et bardage[b]	Éléments de sciage classés visuellement ou mécaniquement avec ou sans languette et/ou rainure avec ou sans surface profilé	390	18/12	Sans lame d'air ou avec lame d'air fermée	D, s2,do

d) Un vide d'air ouvert peut prendre en compte la possibilité de ventilation derrière le panneau, tandis qu'un vide d'air fermé peut l'exclure. La sous-couche derrière un vide d'air ouvert doit être au moins de classe A2-s1, do et derrière un vide d'air fermé au moins de classe D-s2, do.
e) Les joints prennent en compte tous les types de joints, par exemple les joints aboutés, les systèmes de verrouillage, etc.

Classe de performance en réaction au feu des planchers en bois

La norme 14342 « Planchers et parquets en bois --- caractéristiques, évaluation de conformité et marquage » précise le classement conventionnel (tableau 17,3) pour les planchers en bois.
a) Monté selon NF EN ISO 9239-1, sur support de classe minimmale D-s2, do et de masse volumique minimale 400 kg/m³ ou sur vide d'air.
b) Une âme de classe minimale Efl peut être incorporée dans les applications sans lame d'air pour les parquets d'épaisseur 14 mm et plus et pour les revêtements de sol plaqués.
c) Classe telle qu'indiquée dans le tableau 2 de l'annexe à la décision 2000/147/CE.
d) Les types et quantités de produits de finition de surface pris en compte sont : les acriliques, les polyuréthanes et les cires à raison de 60 à 100 g/m² et les huiles à raison de 20 à 60 g/m².
e) Support de classe minimale A2 et de masse volumique minimale 1800 kg/m³.

Classe de performance en réaction au feu des bois lamellés-collés et massifs structuraux

La norme NF EN 14080 « bois lamellés-collés – caractéristiques, évaluation de conformité et marquage » et la norme NF EN 14081 « bois massifs structuraux – caractéristiques, évaluation de conformité et marquage » précisent le classement conventionnel (tableau 17,4).
a) S'applique à toutes les essences et colles couvertes par la norme.
b) Classe telle qu'indiquée dans le tableau 1 de l'annexe à la décision 2000/147/CE.
c) Montage selon NF EN 13238.

Classe de performance en réaction au feu des planchers en bois (CTBA). (tab. 17,3)

PRODUIT[a]	DÉTAILS DU PRODUIT[d]	MASSE VOLUMIQUE MOYENNE MINIMALE (KG/M³)	ÉPAISSEUR HORS TOUT MINIMALE (MM)	CONDITION D'UTILISATION FINALE	CLASSE[c] POUR REVÊTEMENTS DE SOL
Plancher bois	Plancher en bois massif avec ou sans rainure et languette, et avec finition de surface	390	8	Sans lame d'air dessous	D_{fl}, s1
Plancher bois et marches	Plancher en bois massif avec ou sans rainure et languette, et avec finition de surface	390	20	Avec ou sans lame d'air dessous	D_{fl}, s1
Plancher bois et marches	Plancher en chêne ou épicéa avec finition de surface. Valable aussi pour épicéasans finitionde surface	Chêne ⇢ 700 Épicéa ⇢ 450	20	Avec ou sans lame d'air dessous	C_{fl}, s1
Parquet bois	Parquet massif et contrecollé avec finition de surface	500	10[b]	Sans lame d'air dessous	D_{fl}, s1
Parquet bois	Parquet massif et contrecollé avec finition de surface	600	10	Pose collée[e]	C_{fl}, s1
Parquet bois et marches	Parquet massif et contrecollé avec finition de surface	500	14	Avec ou sans lame d'air dessous	D_{fl}, s1
Parquet bois et marches	Parquet massif et contrecollé avec finition de surface	650	14[b]	Avec ou sans lame d'air dessous	C_{fl}, s1
Revêtement de sol plaqué	Revêtement de solplaqué avec épaisseur maximale de placage de 2,5 mm et finition de surface	800	10	Sans lame d'air dessous	D_{fl}, s1
Revêtement de sol plaqué	Revêtement de solplaqué avec épaisseur maximale de placage de 2,5 mm et finition de surface	800	6[b]	Sans lame d'air dessous	C_{fl}, s1

Classe de performance en réaction au feu des bois lamellé-collé et massifs structuraux (a). (tab. 17,4)

PRODUIT	DESCRIPTION	MASSE VOLUMIQUE MOYENNE MINIMALE[c] (KG/M³)	ÉPAISSEUR HORS TOUT MINIMALE (MM)	CLASSE[b] HORS REVÊTEMENTS DE SOL
Bois lamellé-collé	Produits lamellés-collés conformes à la norme	380	40	D-s2,do
Bois de structure	Bois de structure classé visuellementou mécaniquement,de section transversale rectangulaire scié ou raboté ou de section transversale circulaire	350	22	D-s2,do

Relations entre les Euroclasses et la classement français « M »

Les tableaux 17,5 et 17,6 (annexe 4 de l'arrêté réaction au feu du 21 novembre 2002) fixent les classes admissibles au regard des catégories M mentionnées dans la réglementation incendie.

Produits de construction autres que sols (CTBA). (tab. 17,5)

CLASSES SELON NF EN 13501-1			EXIGENCE
A1	-	-	incombustible
A2	s1	do	Mo
A2	s1	d1 (1)	
A2	s2 s3	do d1 (1)	M1
B	s1 s2 s3	do d1 (1)	
C (3)	s1 (2) (3) s2 (3) s3 (3)	do d1 (1)	M2
D	s1 (2) s2 s3	do d1 (1)	M3 M4 (non gouttant)
Toutes classes (2) autres que E-d2 et F			M4

(1) Le niveau de performance d1 est accepté uniquement pour les produits qui ne sont pas thermofusibles dans les conditions de l'essai.
(2) Le niveau de performance s1 dispense de fournir les informations prévues par l'arrêté du 4 novembre 1975 modifié portant réglementation de l'utilisation de certains matériaux et produits dans les établissements recevant du public et l'instruction du 1er décembre 1976 s'y rapportant.
(3) Admissible pour M1 si non substantiel au sens de la définition de l'annexe 1.

Produits de construction pour les sols (CTBA). (tab. 17,6)

CLASSES SELON NF EN 13501-1		EXIGENCE
$A1_{fl}$	-	Incombustible
$A2_{fl}$	s1	Mo
$A2_{fl}$	s2	M3
B_{fl}	s1	M3
C_{fl}	s2	M3
D_{fl}	s1 (1) s2	M4

(1) Le niveau de performance s1 dispense de fournir les informations prévues par l'arrêté du 4 novembre 1975 modifié portant réglementation de l'utilisation de certains matériaux et produits dans les établissements recevant du public et l'instruction du 1er décembre 1976 s'y rapportant.

Résultats des études et recherches

L'étude « comportement au feu des bois massifs » subventionnée par le Ministère de l'équipement, coordonnée par IRABOIS et faisant intervenir le CTBA et le LNE a permis de déterminer les performances Euroclasses de différentes essences et panneaux dérivés du bois couramment utilisées. Ils incluent les conditions de mise en œuvre.

La résistance au feu

L'arrêté résistance au feu du 22 mars 2004 fixe les méthodes d'évaluation, les catégories de classification et les modes de justification en résistance au feu. Il prend en compte les actions thermiques et les critères de performance fixés par la norme européenne NF EN 13501 parties 2,3 et 4. Au fur et à mesure de la mise en application de la directive produits de construction (DPC) le classement français des produits sera remplacé par le classement européen.

Résultats d'essais pour du lambris (Étude IRABOIS/CTBA/LNE) (CTBA). (tab. 17,7)

ESSENCE	MASSE VOLUMIQUE MOYENNE MINIMALE (KG/M³)	CONDITION DE MONTAGE	ÉPAISSEUR NONIMALE (MM)	ÉPAISSEUR MINIMALE JOINT (MM)	PROFILE	ORIENTATION	CLASSE
Pin maritime	550	Cavité 20 mm Remplissage laine de roche	10	5	Grain d'orge	Horizontale ou verticale	D-s1, do
				5	Mouchette	Verticale	D-s1, do
				5	Mouchette	Horizontale	D-s2, do
		Cavité 20 mm Vide d'air fermé		5	Grain d'orge	Horizontale	D-s1, do
				5	Grain d'orge	Verticale	D-s2, do
				5	Mouchette	Horizontale ou verticale	D-s2, do
Châtaigner	570	Cavité 40 mm Vide d'air fermé	15	8	Rainure et languette	Horizontale ou verticale	D-s1, do
Revêtement de sol plaqué	670	Cavité 20 mm Vide d'air fermé	10,5	5	Rainure et languette	Horizontale ou verticale	D-s1, do
			14,5	8	Rainure et languette	Horizontale ou verticale	D-s1, do

Résultats d'essais pour du bardage (Étude IRABOIS/CTBA/LNE) (CTBA). (tab. 17,8)

ESSENCE	MASSE VOLUMIQUE MOYENNE MINIMALE (KG/M³)	CONDITION DE MONTAGE	ÉPAISSEUR NONIMALE (MM)	ÉPAISSEUR MINIMALE JOINT (MM)	PROFILE	ORIENTATION	CLASSE
Pin maritime	510	Cavité 40 mm Lame d'air ouverte ou fermée	18	12	Rainure et languette	Horizontale ou verticale	D-s2, do
Douglas	540						D-s1, do
Mélèze	630						C-s1, do
Épicéa	490						D-s1, do

Résultats d'essais pour du parquet (Étude IRABOIS/CTBA/LNE) (CTBA). (tab. 17,9)

MODE DE POSE	ESSENCE	MASSE VOLUMIQUE MOYENNE MINIMALE (KG/M³)	ÉPAISSEUR (MM)	SUPPORT	CLASSE
Pose collée (collage PU)	Chêne	680	10	GRC (chape béton)	C_{fl}, s1
				Panneau de particules	D_{fl}, s1
	Châtaignier	570	10	GRC (chape béton)	D_{fl}, s1
				Sans lame d'air dessous	D_{fl}, s1
	Hêtre	680	6	GRC (chape béton)	C_{fl}, s1
				Panneau de particules	D_{fl}, s1
			10	Panneau de particules	C_{fl}, s1
Pose clouée	Pin maritime	550	21	Lambourdes	D_{fl}, s1
	Doussié	710	22	Lambourdes	B_{fl}, s1
	Châtaignier (vernis)	570	10	Panneau de particules	D_{fl}, s1
	Iroko	530	11	Panneau de particules	C_{fl}, s1

Le classement français

Elle est définie comme étant l'aptitude d'un élément à conserver, pendant une durée déterminée, l'ensemble des propriétés nécessaires à son utilisation. Il existe différentes exigences.

- SF – Stabilité au Feu

Seule la stabilité mécanique du matériau est exigée.

- PF – Pare-flammes

Sont exigées : l'étanchéité aux flammes, l'absence d'émission de gaz inflammables en plus de la stabilité mécanique.

- CF – Coupe-feu

Sont exigées : l'étanchéité aux flammes, l'absence d'émission de gaz inflammables, la stabilité mécanique, mais aussi l'isolation thermique (limitation de l'échauffement de la face non exposée à 140 °C en moyenne et 180 °C ponctuellement).

Les classements attribués à l'issue des essais conventionnels sont exprimés en degrés directement liés aux durées pendant lesquelles les éléments ont satisfait aux critères correspondant à leurs catégories.

Les degrés de classement sont les suivants : 1/4 h, 1/2 h, 3/4 h, 1 h, 1 h 1/2, 2 h, 3 h, 4 h, 6h. L'arrêté du 31 janvier 1986 indique les exigences de stabilité au feu des matériaux de construction pour l'habitat en bois et précise qu'elles s'appliquent pour un feu venant de l'intérieur.

Le classement européen (essais conventionnels)

L'annexe 1 de l'arrêté résistance au feu du 22 mars 2004 répertorie pour chaque type de produit, d'élément ou d'ouvrage les méthodes d'essais à utiliser et les classifications qui en résultent.

Symboles utilisés, accompagnés de la durée de résistance exprimée en minutes (CTBA). (tab. 17,10)

PRINCIPAUX SYMBOLES UTILISÉS EN RÉSISTANCE AU FEU		
R	Capacité portante	
E	Étanchéité	
I	Isolation	
W	Rayonnement	
M	Action mécanique	
C	Fermeture automatique	
S	Passage de fumée	
i ➛ o	Façades, murs extérieurs	Feu intérieur
o ➛ i		Feu extérieur
i ↔ o		Sens du feu indifférent
a ↔ b	Planchers, plafonds	Feu par le dessus
b ➛ a		Feu par le dessous
a ➛ b		Sens du feu indifférent

Lorsque les produits n'ont pas de norme européennes d'essais mais sont citées dans l'annexe 1 de l'arrêté, les essais seront effectués avec le système français, le classement sera exprimé sous la forme de la réglementation française (SF, PF, CF). Lorsqu'il existe un projet de norme suffisamment abouti, les essais peuvent être effectués en conformité avec ce projet. Le classement sera alors effectué selon le système européen.

Relations entre le classement européen et français

Exigence de stabilité au feu : SF

Les produits qui font l'objet d'un classement R suivi d'un degré de performance exprimé en minutes peuvent être mis en œuvre lorsqu'une exigence SF est demandée si la durée en minutes reconvertie en fraction d'heure est supérieure ou égale à l'exigence demandée.

Par exemple un élément classé R 30 dans le système européen peut être mis en œuvre lorsqu'une stabilité au feu 1/2 heure est demandée.

R 30 ➠SF 1/2 heure

Les plafonds classés EI 15 (b➛a) ou EI 30 (b➛a) peuvent être respectivement utilisés lorsque une exigence SF 1/4 heure ou SF 1/2 heure est demandée.

EI 15 ➠ (b➛a) SF 1/4 heure
EI 30 ➠ (b➛a) SF 1/2 heure

Exigence pare flamme : PF

Les produits qui font l'objet d'un classement E ou RE suivi d'un degré de performance exprimé en minutes peuvent être mis en œuvre lorsqu'une exigence PF est demandée si la durée en minutes reconvertie en fraction d'heure est supérieure ou égale à l'exigence demandée.

E 30 ➠ PF 1/2 heure (sans fonction porteuse)
RE 30 ➠ PF 1/2 heure (avec fonction porteuse)

Les fermetures (portes, rideaux, volets) devront faire l'objet d'une série de manœuvres préalables.

Exigence coupe-feu : CF

Les produits qui font l'objet d'un classement EI ou REI suivi d'un degré de performance exprimé en minutes peuvent être mis en œuvre lorsqu'une exigence CF est demandée si la durée en minutes reconvertie en fraction d'heure est supérieure ou égale à l'exigence demandée.

EI 30 ➠ CF 1/2 heure sans fonction porteuse
REI 30 ➠ CF 1/2 heure avec fonction porteuse

- Les fermetures (portes, rideaux, volets) devront faire l'objet d'une série de manœuvres préalables.
- Les portes et volets bénéficiant d'un classement EI1 peuvent être mis en œuvre sans restriction.
- Les portes et volets classés EI_2 nécessitent que les parois adjacentes soient classées Mo ou M1 sur une zone de 100 mm à partir de la partie fixe de la porte ou du volet.
- Les plafonds suspendus ayant fait l'objet d'un classement EI (b➛a) suivi d'un degré de performance exprimé en minutes peuvent être mis en œuvre lorsqu'une exigence CF est demandée si la durée en minutes reconvertie en fraction d'heure est supérieure ou égale à l'exigence demandée et si le plénum est supérieur à 1,50 m. S'il est inférieur à 1,50 m, le classement EI (b➛a) suivi d'un degré de performance exprimé en minutes doit être une fois reconverti en fraction d'heure, immédiatement supérieur au degré CF requis. L'indémontabilité du plafond doit être démontrée.
- L'utilisation de plafonds possédant une résistance au feu intrinsèque est possible s'ils bénéficient d'un classement complété par (b➛a) ou (a➛b).

Exigences réglementaires concernant la sécurité contre l'incendie des maisons d'habitation

Recoupement des bâtiments de grande longueur

Les groupements en bande de maisons individuelles et les bâtiments de grande longueur doivent être recoupés au moins tous les 45 m par un mur coupe-feu de degré 1/2 h pour les habitations de la première famille, de degré 1 heure pour les habitations de 2ème famille et de degré 1 h 1/2 pour celles de la troisième et de la quatrième familles.

Éléments de structure

Les éléments porteurs verticaux des habitations doivent présenter les degrés de stabilité au feu ci-après :

- habitation de la première famille : 1/4 heure,
- habitation de la deuxième famille : 1/2 heure,
- habitation de la troisième famille : 1 heure,
- habitation de la quatrième famille : 1 heure 1/2.

Les plancher des habitations de la première famille : 1/4 heure

Les planchers hauts du sous-sol :

- habitation de la deuxième famille : 1/2 heure,
- habitation de la troisième famille : 1 heure,
- habitation de la quatrième famille : 1 heure 1/2.

Cette prescription ne s'applique pas au plancher situé au-dessus d'un vide sanitaire non accessible.

Les parois séparatives

Les parois séparatives des habitations individuelles de la première et de la deuxième famille jumelées ou remises en bandes doivent être CP de degré 1/4 h.

À l'exclusion des façades, les parois verticales de l'enveloppe du logement doivent être CF de degré 1/2 h pour les habitations collectives de la deuxième et de la troisième familles.

À l'intérieur d'un même logement, les planchers ne sont pas concernés par ces spécifications, sauf s'ils sont considérés comme éléments de structure dont la ruine entraînerait un défaut de stabilité de l'ensemble. En revanche, l'exigence est applicable aux planchers entre sous-sol collectif et logement, mais elle ne l'est pas pour les planchers sur vide sanitaire.

Justification de la tenue au feu des éléments de structure

Pour justifier de la tenue au feu des éléments de structure, il existe des procédures d'essais définies pour chaque type d'élément (poteaux, cloisons porteuses, poutres, planchers).

En revanche, il n'existe pas actuellement de procédures normalisées pour un essai de laboratoire permettant d'apprécier la stabilité au feu d'une maison ou d'un bâtiment à ossature bois dans son ensemble. Cependant, l'arrêté du 21 avril 1983 précise que le degré de résistance au feu des éléments de construction peut également être déterminé :

- soit par l'interprétation analogique à partir de cas voisins ou en tenant compte des résultats obtenus au cours d'essais exécutés par un laboratoire agréé. Le classement est fixé par le laboratoire qui a procédé aux essais de référence ;
- soit par le calcul d'après les règles données dans les documents techniques unifiés (DTU Règles Bois Feu 88) relatifs aux méthodes de prévision par le calcul du comportement au feu des structures. Ce calcul peut être soumis au CECMI pour vérification. Dans l'avenir, le calcul sera réalisé à partir de l'Eurocode 5.

Il faut souligner que la stabilité au feu d'un bâtiment est fonction du parti architectural et du choix des solutions retenues pour satisfaire à d'autres exigences (acoustiques, thermiques, etc.). On examinera, dans tous les cas, non un matériau, mais un élément remplissant une fonction. La stabilité au feu des élé-

ments de structure horizontaux et verticaux incluant du bois est directement liée à la section de la pièce de bois considérée et à sa protection thermique (plaque de parement en plâtre, panneau de particules, plafond suspendu, etc.). La nature du matériau d'isolation joue également un rôle considérable dans le comportement au feu. À cet égard, les isolants fibreux minéraux classés incombustibles (Mo) par nature sont particulièrement adaptés.

Des essais d'incendie réels, menés en France et à l'étranger sur des maisons individuelles à colombage, ont montré que l'exigence de stabilité au feu de 1/4 h demandée en première famille, est satisfaite par l'emploi de plaques de parement en plâtre de 12,5 mm pour les revêtements intérieurs (murs et plafonds) ou des panneaux de particules.

En ce qui concerne les habitations de la deuxième famille, par exemple bureaux, hôtels, etc., cette stabilité, comme nous l'avons dit plus haut, sera obtenue d'autant plus facilement que l'on aura respecté les règles d'isolation acoustique et thermique. Pour accéder à un fort indice d'affaiblissement acoustique il faut associer des matériaux (double plaque de parement en plâtre ou panneaux de particules) qui devraient permettre à l'ouvrage de mériter sans difficulté un classement CF/PF de 1/2 h dans le cas des cloisons porteuses, 1 h dans le cas des cloisons non porteuses.

Revêtements de façades

Le choix des revêtements extérieurs des parois verticales doit être fait selon leur comportement en réaction au feu.

- Maison individuelle de la première famille : revêtement classé M3 ou M4 si la façade se trouve à plus de 4 m de la limite parcellaire.
- Maison individuelle ou collective de la deuxième famille : revêtement classé M3
- Maisons collectives de la troisième et quatrième famille : si (P) la distance minimale comprise entre les plans de vitrages d'un immeuble et la limite de propriété, et (H) la hauteur la plus élevée de ces deux immeubles : les parements extérieurs des façades doivent être de catégorie M2 au moins si P/H est inférieur à 0,8. Dans le cas contraire, ils peuvent être classés M3 au moins. Dans tous les cas, le rez-de-chaussée doit avoir un revêtement de catégorie M2.

Couvertures

Les revêtements de couvertures classés en catégories M1, M2, M3 peuvent être utilisés sans restriction s'ils sont posés sur un support continu en matériaux incombustibles ou en panneaux de bois, d'agglomérés de fibres de bois ou matériaux reconnus équivalents par le CECMI.

Si le support est classé M4, la classe de pénétration de ces couvertures doit être :

- habitation de la première famille : T 5 ou T 15 ou T 30
- habitation de la deuxième famille : T 15 ou T 30
- habitation de la troisième et de la quatrième famille : T 30.

Selon l'arrêté du 10 septembre 1970 (chapitre III, article 14) :

- T 5 : temps de passage du feu : entre 5 et 15 minutes
- T 15 : temps de passage du feu : entre 15 et 30 minutes
- T 30 : temps de passage du feu : supérieur à 30 minutes.

Cages d'escalier

Parois d'escalier situées en façade

Dans toutes les habitations collectives en règle générale, les parois d'escalier doivent être pare-flammes de degré 1/2 h.

Parois d'escalier non situées en façade
Les habitations collectives de la deuxième famille doivent avoir des parois coupe-feu de degré 1/2 h et 1 h pour les habitations collectives de la troisième et quatrième familles.

Structure de l'escalier (marches, volées, paliers)
Pour les habitations collectives de la troisième et de la quatrième familles, les matériaux utilisés sont incombustibles.

Revêtement des escaliers (plafonds, rampants, murs)
- habitation de la deuxième famille : classement M2, marche et sol aucune exigence.
- habitation de la troisième et de la quatrième familles : matériaux incombustibles, marches et sol classement M3.

Mobilier et aménagements intérieurs des logements
Il n'existe actuellement aucune réglementation intérieure des logements, à l'exception des IGH (immeubles de grande hauteur).

Le bois sous toutes ses formes peut donc y être employé sans restriction, aussi bien en lambris, en plafonds, agencement et meubles.

Exemples de solutions pour la protection des éléments de la structure
Les maisons à structure bois permettent aussi bien que tous les autres types de maisons de satisfaire aux exigences fondamentales de sécurité en cas d'incendie.
L'arrêté du 21 avril 1983 définit les essais de stabilité au feu des murs porteurs.
Il autorise l'appréciation du comportement au feu d'un élément de structure, soit par interprétation analogique, soit par calcul. Le DTU Bois Feu 88 définit les modalités d'un tel calcul. Dans l'avenir, L'Eurocode 5 remplacera ce DTU.

12 fiches caractérisent des principes constructifs de maisons à ossature bois, murs extérieurs et intérieurs, planchers bas et intermédiaires, charpentes traditionnelles et industrielles. Elles précisent notamment la protection incendie de ces systèmes.

Principes des Règles bois feu

Le DTU Bois Feu apporte aux professionnels de la construction en bois un outil de conception permettant de lever un frein à l'utilisation du bois dans la construction. Ce texte d'une grande facilité d'utilisa-

Tab. 17,11
Durée de la protection thermique apportée à prendre en compte dans le calcul des structures (CTBA)

NATURE	Protection au contact du bois, ou sur cavité fermée, en position verticale ou horizontale	Protection non adhérente du bois, ou sur cavité ouverte, en position verticale ou horizontale
A. Plaques de parement plâtre standard (NF P 72-302 et DTU 25.41 ouvrages en plaques de parement plâtre)		
– 9,5 mm	11 minutes	8 minutes
– 12,5 mm	15 minutes	10 minutes
– 15 mm	21 minutes	14 minutes
– 18 mm	28 minutes	19 minutes
– 23 mm	35 minutes	23 minutes
B. Enduit manuel ou projeté sur lattis bois ou métal (NF B 12-301 et DTU 25.1 enduits intérieurs en plâtre)		
– 15 mm	45 minutes	30 minutes
– 20 mm	50 minutes	35 minutes
– 30 mm	60 minutes	40 minutes
C. Carreaux de plâtre pleins (NF P 72-301 et DTU 25.31 ouvrages verticaux de plâtrerie ne nécessitant pas l'application d'un enduit au plâtre		
– 50 mm	–	90 minutes
– 60 mm	–	104 minutes
– 70 mm	–	120 minutes
– 100 mm	–	160 minutes

17,11 DTU bois feu 88

PANNEAUX DE PARTICULES PRESSÉS A PLAT	NF B 54-100 (y compris panneaux à surfaces mélaminés) ignifugés ou non	βo	e < 16	e ≥ 16
	Panneaux faisant l'objet d'une certification de constance de qualité CTB « H », CTB « S ». Masse volumique 600 kg/m³	βo	0,8 mm/min	0,7 mm/min
	Panneaux non titulaires des marques de qualité CTB-H ou CTB-S			
	Masse volumique ≤ 400 kg/m³	βo	1,1 mm/min	1 mm/min
	400 Masse volumique ≤ 600 kg/m³	βo	1 mm/min	0,9 mm/min
	Masse volumique > 600 kg/m³	βo	0,9 mm/min	0,8 mm/min
PANNEAUX DE PARTICULES AGGLOMÉRÉS AU CIMENT	Masse volumique ≥ 1 200 kg/m³	βo	0,6 mm/min	0,5 mm/min
PANNEAUX DE FIBRES	NF B 54-050 ignifugés ou non			
	Tendre, masse volumique ≤ 300 kg/m³	βo	–	–
	Mi-dur, masse volumique > 350 et ≤ 800	βo	1,1 mm/min	1 mm/min
	Moyenne densité, masse volumique > 600	βo	1 mm/min	0,9 mm/min
	Dur, masse volumique > 800	βo	0,9 mm/min	0,8 mm/min
PANNEAUX DE FIBRAGGLOS	NF B 56-010	βo	1,8 mm/min	1,4 mm/min
PANNEAUX DE CONTREPLAQUÉS DU LATTÉ	NF B 54-155 ignifugés ou non			
	Panneaux faisant l'objet d'une certification constance de qualité « NF Extérieur CTB-X »	βo	1,2 mm/min	1 mm/min
	Panneaux non titulaires de la marque « NF Extérieur CTB-X »	βo	1,3 mm/min	1,2 mm/min

Les autres panneaux non indiqués ici devront faire l'objet de procès-verbaux de caractérisation délivrés par un laboratoire agréé (cf. Annexe n° 1).

Coefficient d'influence.
Les valeurs ci-dessus doivent être modifiées en fonction des situations suivantes :
- la face exposée au feu est verticale (> 45°) — K1 = 1
- la face exposée au feu est horizontale ou inclinée au-dessus du feu (≤ 45°) — K1 = 1.3
- la face exposée au feu est horizontale en dessous du feu — K1 = 0.7
- si le début de l'exposition au feu est compris entre 0 et 15 minutes — K2 = 1
- si le début de l'exposition au feu est à t > 15 minutes (cas de la disparition de l'écran protecteur) — K2 = 1.3

17,12

DTU bois feu 88

Tab. 17,12
Vitesse de combustion moyenne des panneaux dérivés du bois à prendre en compte dans le calcul des structures (taux d'humidité en œuvre inférieur à 13 %) sous réserve des indications des paragraphes 4.2 et 4.63 du DTU Bois Feu (CTBA)

tion et d'une lecture pratique intéresse aussi bien les entrepreneurs que les maîtres d'œuvre ou les maîtres d'ouvrage. Il permet aux constructeurs de justifier de la stabilité au feu des bâtiments sans avoir recours à des essais dans un laboratoire agréé.

Trois principes sont employés, le calcul du délai de résistance pour la structure elle-même, le remplissage des vides du colombage par des matériaux incombustibles pour éviter l'effet de cheminée et le développement du feu à l'intérieur des parois ; la durée de tenue au feu est ainsi sensiblement augmentée et la protection thermique de la face de la structure exposée au feu. Ces trois principes sont souvent cumulés.

À l'issue d'une importante étude en collaboration avec le CSTB, il a été possible de formuler, dans les Règles Bois Feu 88, un certain nombre de valeurs telles que :

- indication des vitesses de combustion moyenne à prendre en compte dans les calculs pour les bois et panneaux dérivés du bois ;
- protection thermique apportée par les matériaux à base de plâtre ;
- protection apportée par les matériaux de remplissage.

Ces valeurs sont indiquées dans les tableaux 17,11, 17,12, 17,13. Leur emploi n'est possible que dans les conditions prévues dans le DTU Bois Feu.

BOIS DE CONSTRUCTION	
a) Bois naturels	
Sapin, épicéa, pin sylvestre, pin noir, pin laricio, pin maritime, hemlock, peuplier châtaignier, chêne, douglas, etc.	βo = 0,7 mm/min
b) Bois lamellés collés ou aboutés	
Sapin, épicéa, pin sylvestre, pin maritime, douglas, peuplier, etc.	βo = 0,7 mm/min
BOIS DE MENUISERIE INTÉRIEURE (Classe A, B, C NF B 53-510)	
a) Essences dures	
Chêne, doussie, sipo, teck, makoré, etc.	βo = 0,5 mm/min
b) Autres essences feuillues ou résineuses	βo = 0,6 mm/min

Coefficient d'influence.
Les valeurs ci-dessus doivent être modifiées en fonction des situations suivantes :

– la face exposée au feu est verticale (> 45°)	K1 = 1
– la face exposée au feu est horizontale ou inclinée au-dessus du feu (≤ 45°)	K1 = 1,6
– la face exposée au feu est horizontale en dessous du feu	K1 = 0,7
– si le début de l'exposition au feu est compris entre 0 et 15 minutes	K2 = 1
– si le début de l'exposition au feu est à t 15 minutes (cas de la disparition de l'écran protecteur)	K2 = 1,3

17,13 DTU bois feu 88

Tab. 17,13
Vitesse de combustion moyenne du bois à prendre en compte dans le calcul de la structure (taux d'humidité en œuvre inférieur à 17 %) sous réserve des indications des paragraphes 4.2 et 4.63 du DTU Bois Feu (CTBA)

Protection apportée par les matériaux de remplissage

Matériaux organiques isolants

Les isolants organiques, qu'il s'agisse des isolants livrés en plaque ou expansés in situ, sont des matériaux combustibles. Ils ne sont admis que s'ils sont protégés pendant la durée de résistance au feu requise. Deux phénomènes se produisent successivement : une perte de caractéristiques mécaniques le plus souvent entre 90 °C et 100 °C, puis une dégradation chimique irréversible avec, pour certains, un apport à l'incendie d'une grande quantité d'énergie. On ne retiendra pas, à défaut de justification, la présence d'isolants de synthèse comme pouvant participer à la protection au feu des structures de maisons à ossature bois.

Matériaux isolants minéraux

Les isolants minéraux en panneaux semi-rigides ou rigides sont admis. Les isolants minéraux en rouleaux ou en panneaux, et plus particulièrement les isolants fibreux (laine de roche, laine de verre), sont très peu combustibles et souvent classés Mo.

Leur perte de caractéristiques mécaniques commence à partir de 600 à 650 °C pour les laines de verre, et de 850 à 900 °C pour les laines de roche. En cas d'exposition de la paroi à un incendie, ils resteront en place pendant un certain temps, contribuant à la protection de la structure bois.

Protection thermique apportée par le parement intérieur

L'ossature est protégée lorsque le parement intérieur est en panneaux dérivés du bois. La protection sera nettement améliorée lorsque les panneaux sont associés avec les plaques de parement plâtre. Le plâtre utilisé est du sulfate de calcium di-hydrate, de formule Ca SO_4 $2H_2O$. Ces deux molécules d'eau cristallisée représentent 20 % du poids du plâtre (sec). L'évaporation de cette eau, sous l'action de la chaleur, détermine une réaction endothermique qui a pour effet de maintenir la température de la face non exposée à moins de 100 °C, tant que le plâtre n'est pas totalement anhydre, répondant alors à la formule Ca SO_4. Ce n'est qu'à l'issue du palier de vaporisation et après le percement de la plaque de parement plâtre, que le réchauffement et la distillation du bois sous-jacent débute. Celui-ci contient également une forte proportion d'eau (eau liée et eau de constitution) dont l'évaporation procède d'un principe identique. Ces panneaux assurent une protection constituant un bouclier thermique du bois et de ses assemblages. Il résulte des études effectuées dans différents laboratoires que l'on peut, par l'emploi de certains matériaux simples utilisés seuls ou en association avec d'autres, réaliser un tel bouclier qui permettra à la structure de mériter le classement de stabilité au feu souhaité. Cette association de matériaux en plaques est également recommandée pour satisfaire à d'autres aspects :

acoustiques, mécaniques, etc. Ces associations ne seront bénéfiques sous l'aspect sécurité que si l'on a pris soin de respecter les méthodes de mise en œuvre indiquées par les fabricants pour les montages résistants au feu. Une attention particulière sera portée aux joints et raccordements des plaques, ainsi qu'à leur percement éventuel pour le logement des équipements.

Structures protégées et non protégées

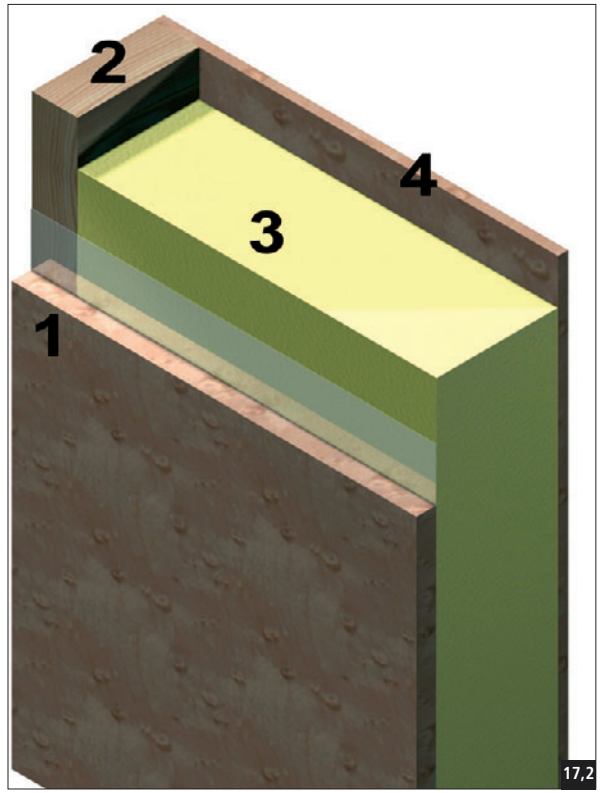
Pour faciliter l'application du document aux entreprises du bois qui ne sont pas équipées en bureau d'études et en moyens de calculs, le DTU Règles Bois Feu 88 présente, dans le chapitre 6, des exemples de solutions auxquels ils peuvent se reporter. En ce qui concerne la résistance au feu, la distinction est faite entre les structures protégées contre le feu et celles qui ne le sont pas.

Les structures protégées sont celles dans lesquelles les pièces de bois et leurs assemblages sont intégrés dans des parois avec cavités ouvertes ou fermées dont le parement intérieur fait office de bouclier thermique (cas très fréquent des maisons et des bâtiments traditionnels à ossature en bois). S'ils choisissent des solutions avec écran total, aucune justification de stabilité au feu n'est nécessaire. Lorsque l'écran est partiel, il y a lieu d'effectuer des calculs de stabilité à froid, en tenant compte d'une réduction de 20 mm en largeur des montants de murs et de 30 mm en hauteur pour les solives de plancher. Aucune justification de stabilité au feu ne sera ensuite nécessaire. Les solutions proposées sont variées, de telle sorte que l'on puisse rechercher aussi bien un critère économique qu'un critère de performances (acoustiques, etc.). Elles comportent des indications pratiques sur ce qu'il convient de faire pour justifier un degré de résistance au feu de 1 h pour certains ouvrages, murs séparatifs notamment.

Les structures non protégées sont celles dans lesquelles les pièces de bois et leurs assemblages seront directement sollicités par un éventuel incendie. (Celles-ci doivent être justifiées par le calcul (chapitre 5 du DTU).

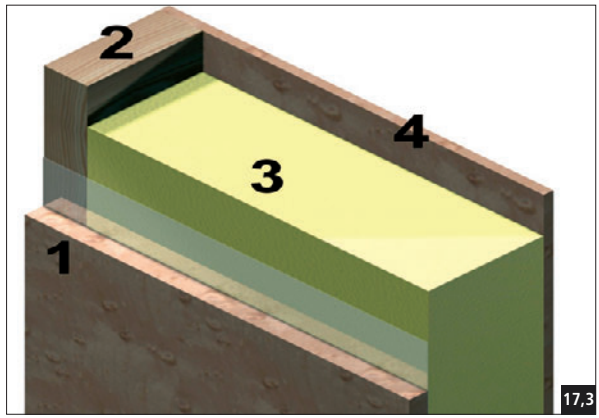
Exemples de solutions de mise en œuvre de paroi à ossature bois

Parois à ossature bois pour une stabilité de 1/4 h avec une réduction des montants de 20 mm en largeur

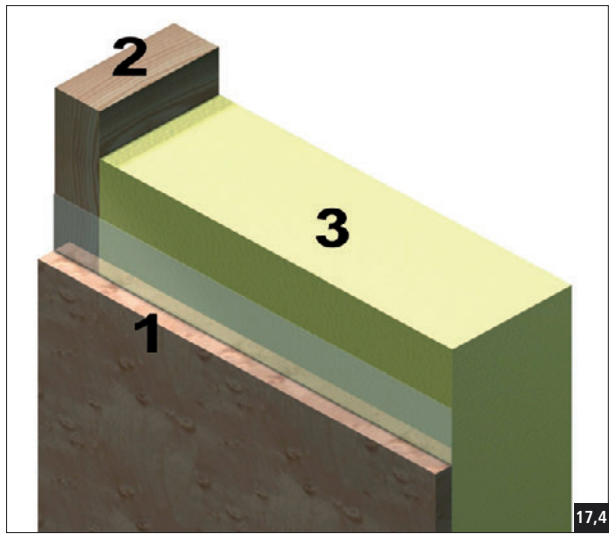


1) Plaque de plâtre d'épaisseur 9,5 mm
2) Entraxe de l'ossature 0,4 m
3) Laine de roche
4) Voile travaillant en OSB de 10 mm d'épaisseur

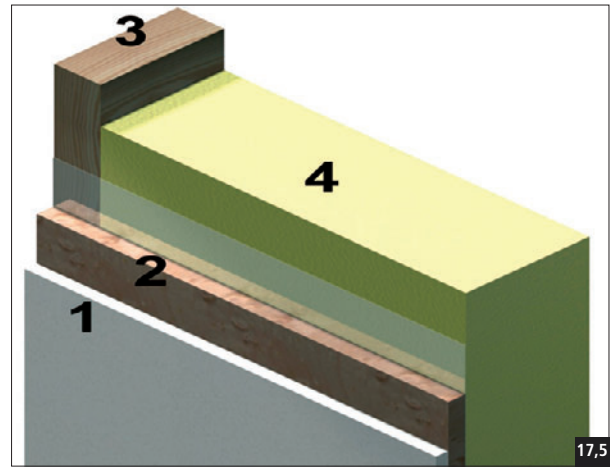
Parois à ossature bois pour une stabilité de 1/4 h sans réduction de la largeur des montants



1) Plaque de plâtre d'épaisseur 12,5 mm
2) Entraxe des montants de l'ossature 0,6 m
3) Isolant (n'est pas nécessaire pour la stabilité au feu)
4) Voile travaillant, en OSB de 10 mm d'épaisseur

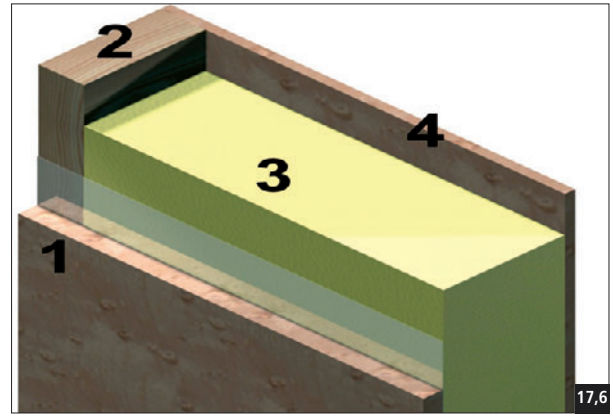


1) Voile travaillant en OSB de 16 mm d'épaisseur
2) Entraxe des montants de l'ossature 0,6 m
3) Isolant (n'est pas nécessaire pour la stabilité au feu)

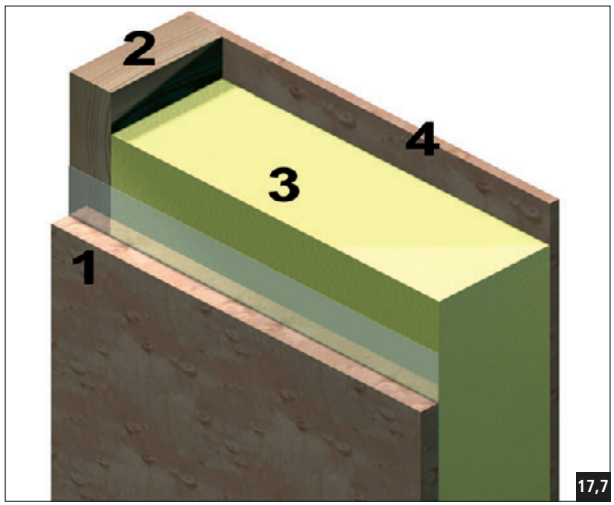


1) Plaque de plâtre d'épaisseur 12,5 mm
2) Voile travaillant en OSB de 16 mm d'épaisseur
3) Entraxe des montants de l'ossature 0,6 m
4) Isolant (n'est pas nécessaire pour la stabilité au feu)

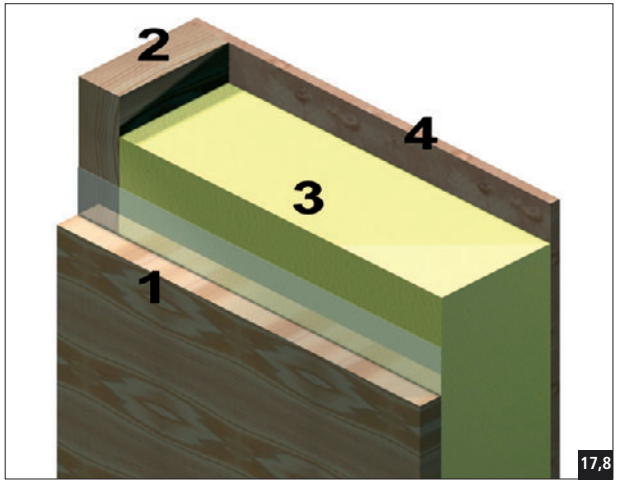
Parois à ossature bois pour une stabilité de 1/2 h avec une réduction des montants de 20 mm en largeur



1) Plaque de plâtre d'épaisseur 12,5 mm
2) Entraxe de l'ossature 0,6 m
3) Laine de verre ou roche
4) Voile travaillant en OSB de 10 mm d'épaisseur

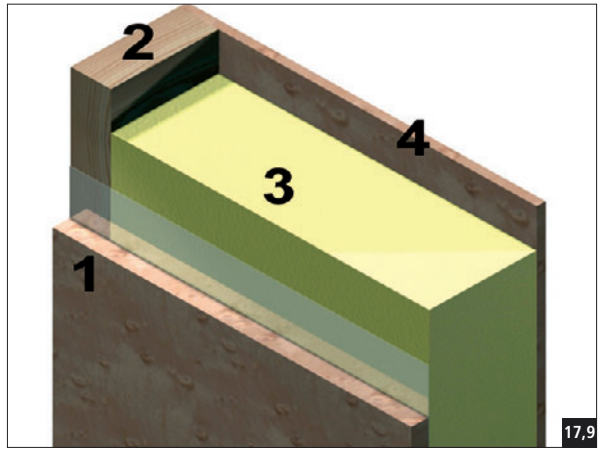


1) Panneau OSB de 19 mm
2) Entraxe de l'ossature 0,6 m
3) Laine de roche
4) Voile travaillant en OSB de 10 mm d'épaisseur

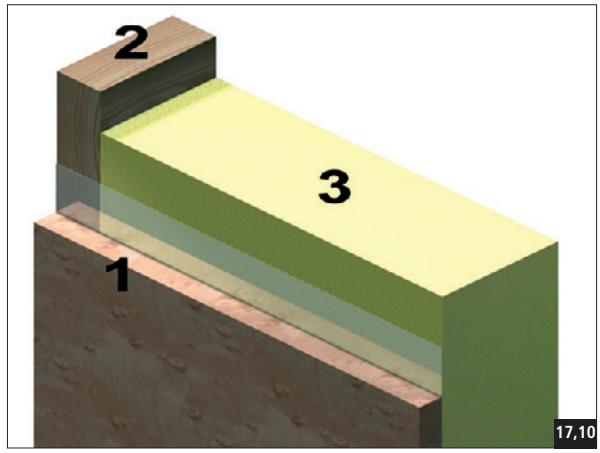


1) Lambris de 23 mm
2) Entraxe de l'ossature 0,6 m
3) Laine de roche
4) Voile travaillant en OSB de 10 mm d'épaisseur

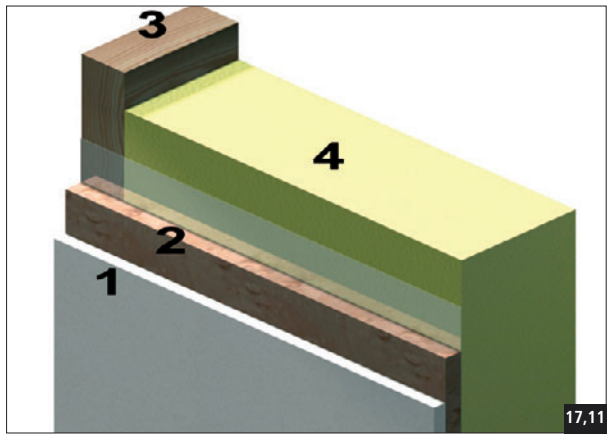
Parois à ossature bois pour une stabilité de 1/2 h sans réduction de la largeur des montants



1) Plaque de plâtre d'épaisseur 18 mm
2) Entraxe de l'ossature 0,6 m
3) Isolant (n'est pas nécessaire pour la stabilité au feu)
4) Voile travaillant en OSB de 10 mm d'épaisseur



1) Voile travaillant en OSB de 22 mm
2) Entraxe de l'ossature 0,6 m.
3) Isolant (n'est pas nécessaire pour la stabilité au feu)



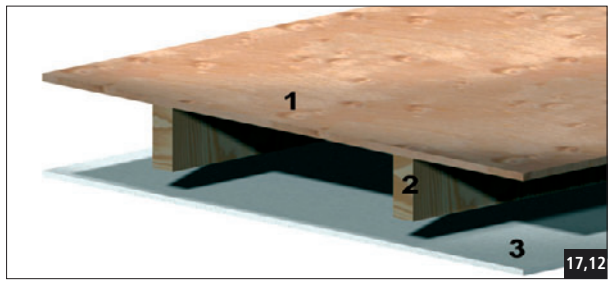
© Yves BENOIT

1) Plaque de plâtre d'épaisseur 12,5 mm
2) Voile travaillant en OSB de 16 mm d'épaisseur
3)Isolant (n'est pas nécessaire pour la stabilité au feu)

Exemples de solutions de mise en œuvre de plafond avec les solives protégées

Ces exemples sont définis pour des planchers supportés par des solives en bois massifs ou lamellés-collés. Les solutions nécessitant une réduction de 30 mm de la hauteur ne conviennent pas lorsque les éléments porteurs sont composites (avec des pièces d'assemblages métalliques notamment).

Plafonds à ossature bois stable au feu 1/4 h avec une réduction des solives de 30 mm en hauteur et sans isolant ou avec isolant de synthèse située dans la cavité.



© Yves BENOIT

1) Panneaux dérivés du bois de 19 mm
2) Entraxe des solives 0,6 m
3) Plaque de plâtre de 15 mm

© Yves BENOIT

1) Panneaux dérivés du bois de 19 mm
2) Entraxe des solives 0,6 m
3) Panneau OSB de 16 mm

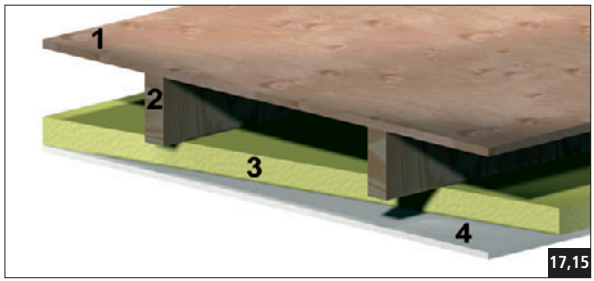
Plafonds à ossature bois coupe-feu 1/4 h avec une réduction des solives de 30 mm en hauteur

Sans isolant ou avec isolant de synthèse située dans la cavité

© Yves BENOIT

1) Parquet collé de 6 mm
2) Panneaux dérivés du bois de 19 mm
3) Entraxe des solives 0,6 m
4) Plaque de plâtre de 15 mm

Le plafond est protégé par un isolant en laine de roche ou de verre.

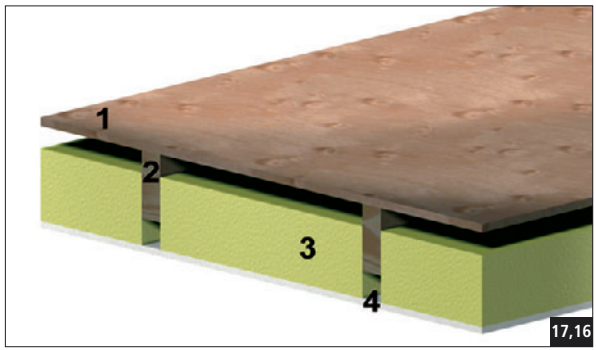


17,15 © Yves BENOIT

1) Panneaux dérivés du bois de 19 mm
2) Entraxe des solives 0,6 m
3) Feutre souple en laine de verre ou de roche sur le plafond de 60 mm d'épaisseur
4) Plaque de plâtre de 12,5 mm

Plafonds à ossature bois coupe-feu 1/4 h sans réduction de hauteur des solives

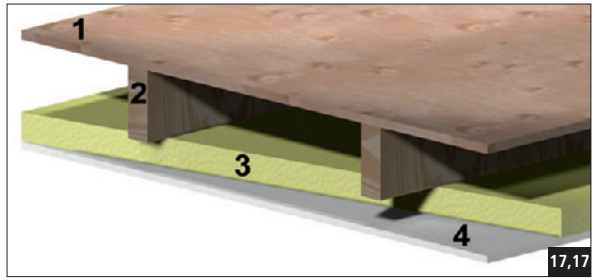
Les solives sont protégées latéralement par un isolant en laine de roche ou de verre.



17,16 © Yves BENOIT

1) Panneaux dérivés du bois de 19 mm
2) Laine de verre ou de roche protégeant latéralement les solives sur 100 mm
3) Entraxe des solives 0,6 m
4) Plaque de plâtre de 12,5 mm ou OSB de 16 mm ou parquet de 23 mm

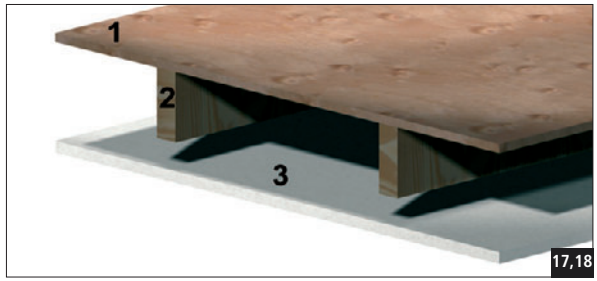
Le plafond est protégé par un isolant.



17,17 © Yves BENOIT

1) Panneaux dérivés du bois de 19 mm
2) Entraxe des solives 0,6 m
3) Feutre souple en laine de verre ou de roche sur le plafond de 60 mm d'épaisseur
4) Plaque de plâtre de 15 mm ou OSB de 16 mm

Sans isolant ou avec isolant de synthèse située dans la cavité.

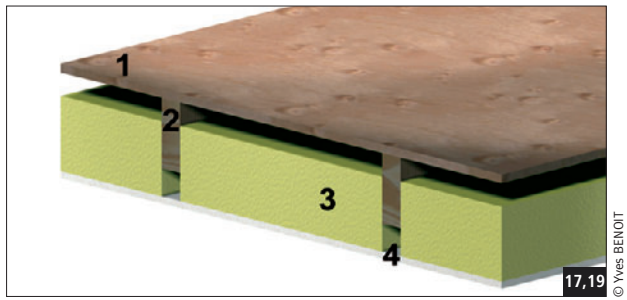


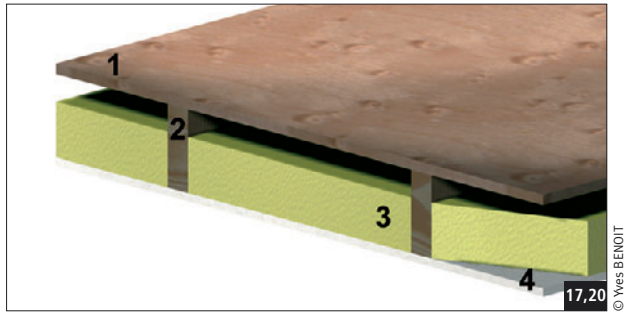
17,18 © Yves BENOIT

1) Panneaux dérivés du bois de 19 mm
2) Entraxe des solives 0,6 m
3) Plaque de plâtre de 18 mm ou double plaque de plâtre de 12,5 mm à joint décalé ou OSB de 19 mm (possibilité d'appliquer du lambris ou des panneaux décoratifs)

Plafonds à ossature bois coupe-feu 1/2 h avec une réduction des solives de 30 mm en hauteur

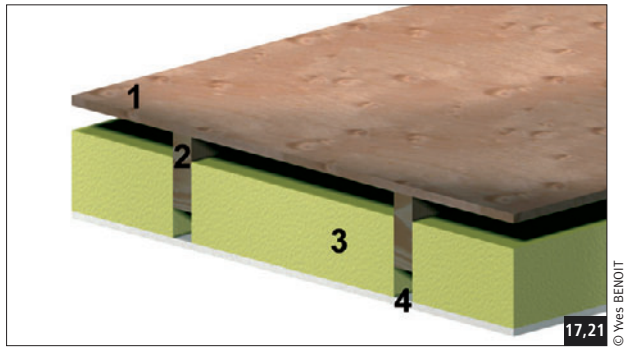
Les solives sont protégées latéralement par un isolant en laine de roche.

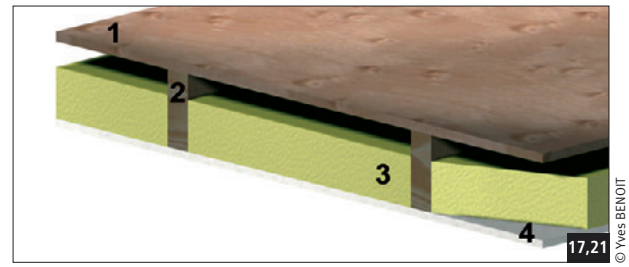




1) Panneaux dérivés du bois de 19 mm
2) Entraxe des solives 0,6 m
3) Laine de roche protégeant latéralement les solives sur 100 mm
4) Plaque de plâtre de 12,5 mm ou OSB de 19 mm ou parquet de 23 mm

Les solives sont protégées latéralement par un isolant en laine de verre.

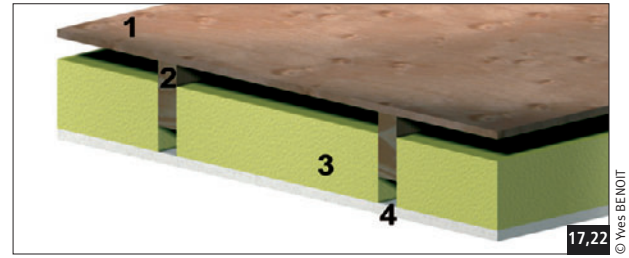


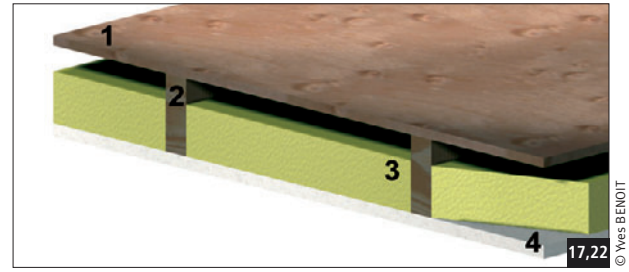


1) Panneaux dérivés du bois de 19 mm
2) Entraxe des solives 0,6 m
3) Laine de verre protégeant latéralement les solives sur 100 mm
4) Plaque de plâtre de 15 mm ou OSB de 19 mm plus un lambris ou un panneau décoratifs

Plafonds à ossature bois coupe-feu 1/2 h sans réduction de hauteur des solives

Les solives sont protégées latéralement par un isolant en laine de roche ou laine de verre.

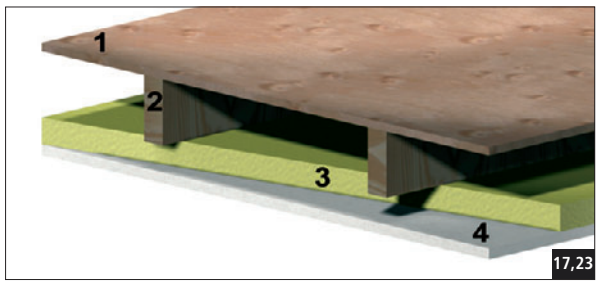




1) Panneaux dérivés du bois de 19 mm
2) Entraxe des solives 0,6 m

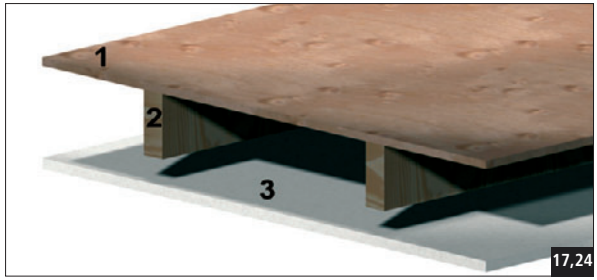
3) Laine de roche protégeant latéralement les solives sur 100 mm
4) Plaque de plâtre de 18 mm ou double plaque de plâtre 12,5 mm à joint décalé ou OSB de 19 mm plus un lambris ou un panneau décoratif (uniquement si l'isolant est en laine de roche)

Le plafond est protégé par un isolant.



1) Panneaux dérivés du bois de 19 mm
2) Entraxe des solives 0,6 m
3) Feutre souple en laine de verre ou de roche sur le plafond de 60 mm d'épaisseur
4) Plaque de plâtre de 18 mm ou double plaque de plâtre de 12,5 mm à joint décalé

Sans isolant ou avec isolant de synthèse située dans la cavité.



1) Panneaux dérivés du bois de 19 mm
2) Entraxe des solives 0,6 m
3) Double plaque de plâtre de 12,5 mm à joint décalé

Exemples de solutions de mise en œuvre de plafond avec les solives apparentes

Les solives peuvent être complètement apparentes ou partiellement apparentes. Pour une stabilité au feu de 1/4 h, l'épaisseur des solives doit être supérieure à 40 mm et pour une stabilité au feu de 1/2 h, l'épaisseur des solives doit être supérieure à 60 mm. Lorsque les solives sont totalement apparentes, la section résiduelle après incendie doit rester suffisante. La justification est décrite au chapitre 5 des règles bois feu 88.

Lorsque les solives sont partiellement apparentes, la partie exposée au feu est limiter au 1/3 de sa hauteur. Le reste est protégé par le plafond. Les 2/3 de la hauteur de la poutre protégée du feu doit présenter une résistance mécanique suffisante lors d'un usage normal. Le plafond est vissé sur des tasseaux.

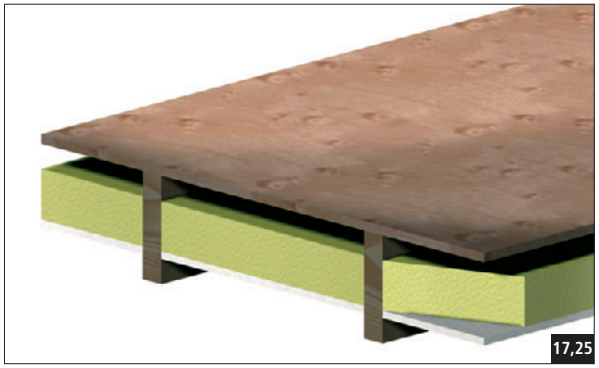


Fig. 17,25
Les 2/3 de la hauteur des solives sont protégées par un plafond.

Fig. 17,26
Cette méthode permet de prendre des solives d'épaisseur inférieure à 60 mm pour une stabilité de 1/2 h.

Une autre méthode consiste à cachées par un habillage l'ossature du bois. Cette solution permet d'employer des solives d'épaisseur inférieure à 40 mm (stabilité d'un 1/4 h) ou des solives d'épaisseur inférieure à 60 mm (stabilité d'une 1/2 h). L'habillage n'est pas pris en compte dans le calcul de la structure.

Peut-on installer une cheminée dans une maison à ossature bois ?

Dans les maisons d'habitation, a ossature bois comme en maçonnerie, le risque de déclenchement des incendies a souvent pour origine les appareils fonctionnant avec flamme et production de chaleur. La disparition progressive des poêles, fourneaux, cuisinières fonctionnant au bois ou au charbon et leur remplacement par d'autres modes d'énergie a notablement contribué à la diminution des causes de départ des feux. Il faut cependant tenir compte des modifications qui peuvent intervenir dans l'habitation par suite d'une amélioration du mode de vie et des nouvelles conceptions de confort. Il s'agit ici de l'implantation presque systématique, dans les maisons individuelles, de cheminées à foyer ouvert ou fermé. Des précautions doivent être prises pour leur édification. Tout d'abord, il faut noter que ces foyers utilisent le bois comme combustible usuel (bûches, délignures, etc.). Ils ne sont pas conçus pour les feux d'autres combustibles, tels que coke, charbon, matières plastiques, copeaux de bois ou tout autre matériau agressif entraînant des températures trop importantes et qui sont brûlés dans des foyers fermés. Les précautions à prendre pour la mise en œuvre des foyers à feu ouvert sont décrites dans le DTU 24.2.1. et pour les foyers à feu fermé dans le DTU 24.2.2.

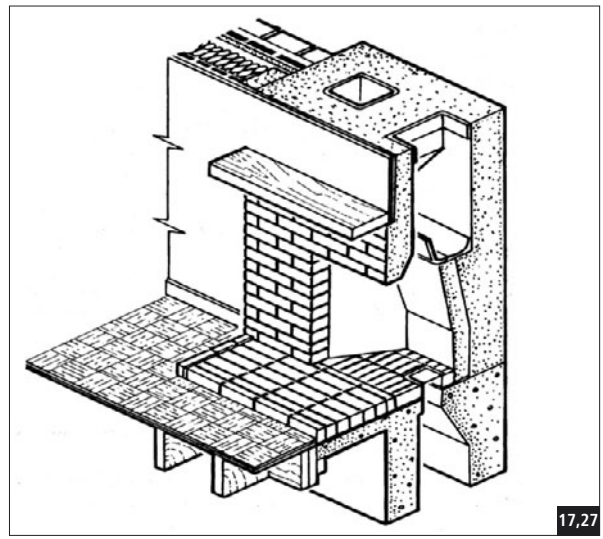


Fig. 17,27
Éloignement des matériaux combustibles.

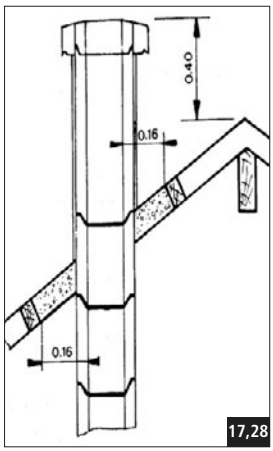
Protection des parois des locaux servant d'adossement à la cheminée d'après les DTU 24.2.1. et 24.2.2.

Le principe à respecter est de ne pas avoir d'élévation anormale de température par rapport à la température ambiante au dos ou sur les côtés du foyer, de l'avaloir et du conduit de fumée. La température atteinte ne doit pas compromettre la stabilité des bois de colombage, ni altérer la tenue des diverses finitions.

L'ensemble foyer-avaloir-conduit de fumée ne doit jamais être posé directement sur un plancher en bois ; dans tous les cas, il convient de le faire reposer sur un soubassement en maçonnerie, établi sur une fondation robuste en sous-sol, qu'il y a intérêt à prévoir dès l'origine et à réaliser en même temps que les murs périphériques. Le soubassement en maçonnerie traverse le plancher en bois par un chevêtre. Pour le foyer, les matériaux utilisés doivent résister au contact d'une flamme à 800 °C sans fissuration, éclatement ou carbonisation ; ils doivent en outre résister à des chocs thermiques répétés de l'ordre de 600 °C. En pratique, on utilise surtout des briques et des dalles réfractaires.
Il existe dans le commerce des cheminées préfabriquées, celles-ci doivent être installées sous la responsabilité de leur fabricant.

Proximité des conduits de fumée

L'établissement des conduits de fumée est décrit dans les DTU 24.2.1. et 24.2.2. Le paragraphe 3.75 des DTU précise que les conduits de fumée doivent être disposés par rapport aux éléments combustibles de la façon suivante : l'écart minimal est de 16 cm entre la paroi intérieure du conduit et l'élément combustible le plus proche. Les orifices extérieurs des conduits à tirage naturels, individuels ou collectifs, doivent être situés à 0,40 m au-dessus de toute partie de construction distante de moins de 8 m.



17,28 © CTBA

Rappelons également que les cheminées doivent être ramonées au moins une fois par an.

Autres appareils de chauffage

D'autres appareils de chauffage peuvent être installés sur les planchers en bois. Ces appareils ne sont pas solidaires de la structure, mais peuvent être raccordés éventuellement à un conduit de fumée. Il peut s'agir :

- Soit de foyers monoblocs en acier ou en fonte, tels que les poêles, cuisinières, chaudières ...
- Soit d'appareils de chauffage électrique

Le même principe d'isolation thermique décrit précédemment doit être respecté. Il ne doit pas y avoir de réchauffement anormal du plancher sur lequel repose l'appareil ou de la cloison à laquelle il est adossé.

Si ces appareils sont séparés du sol par un piétement, on pourra utiliser des écrans à la fois incombustibles et susceptibles d'apporter une isolation thermique suffisante, par exemple une plaque de tôle avec un panneau de fibre-ciment.

Si ces appareils sont posés sur le sol, il sera préférable de réaliser préalablement sur celui-ci une chape flottante en maçonnerie.

De même, les installations électriques devront être conformes aux normes UTE (Union technique de l'électricité).

On pourra se reporter aux recommandations Promotelec.

Conduits de ventilation, de conditionnement d'air ou de chauffage

Les systèmes individuels de ventilation, de conditionnement d'air ou de chauffage, les conduits de distribution d'air chaud ou d'air conditionné et les conduits de ventilation ainsi que leurs supports doivent être en matériaux M1.

Les systèmes collectifs de ventilation de conditionnement d'air ou de chauffage, les conduits de distribution d'air chaud ou d'air conditionné et les conduits mettant en rapport deux niveaux différents doivent être construits en matériaux Mo.

Les calorifugeages des conduits peuvent être en matériaux M1 : laine minérale.

Fig. 17,28
Exemple d'intégration d'une cheminée à foyer ouvert dans une maison à ossature bois.

Gaines

En maison individuelle, il n'y a pas d'exigences particulières pour la réalisation des gaines. Les gaines contenant des colonnes montantes de gaz doivent être conçues conformément au DTU 61.1 « Installation de gaz » et au DTU 70.1 « Installation électrique » (NF C 15-100). Dans les deux cas, elles doivent être construites en matériaux incombustibles Mo et être pare-flamme de degré 1/4 h.

Dans le cas de gaine en système individuel (première et deuxième familles), il est donc possible d'utiliser dans la plupart des cas des plaques de parement en plâtre, des panneaux de particules en contreplaqué M1 ou des panneaux de fibragglo.

Dans le cas de gaines en système collectif, des plaques de parement en plâtre d'une épaisseur de 12,5 minimum pour satisfaire à l'exigence de degré coupe-feu 1/4 h, sous réserve d'une structure appropriée.

18 Isolation thermique

Quelles sont les exigences de la RT 2005 ?

La RT 2005 s'applique à tous les bâtiments neufs, résidentiels ou non, dont le permis de construire (ou la demande d'autorisation de travaux) a été déposé à partir du 1er septembre 2006, à l'exception :

- des bâtiments dont la température intérieure est ≤ 12 °C ;
- des bâtiments provisoires (d'une durée d'utilisation inférieure à deux ans) ;
- des bâtiments climatisés ou chauffés en raison d'un processus industriel ;
- des piscines, patinoires et bâtiments d'élevage.

En introduisant un indicateur simple de performance exprimé en kWh/m², la RT 2005 facilite l'expression des exigences par les maîtres d'ouvrages et les comparaisons entre bâtiments. Par ailleurs, en prenant en compte les consommations de climatisation, la RT 2005 devrait conduire au développement de systèmes de climatisation passifs ou à faible consommation d'énergie.

Les principaux changements sont les suivants :

- une amélioration de 15 % de la performance énergétique globale *(avec un objectif de 40 % d'ici 2020)* ;
- une limite maximale de consommation en kWh/m²/an ;
- les zones climatiques sont redéfinies, en particulier pour une meilleure prise en compte des apports solaires et des consommations de climatisation ;
- une prise en compte de la consommation de la climatisation pour certaines zones ou certains locaux ;
- un accent sur l'architecture bioclimatique et l'utilisation des énergies renouvelables : solaire thermique, chauffage bois, mais aussi – vision d'avenir – solaire photovoltaïque.

Cette augmentation des exigences de la réglementation thermique est complétée par une réglementation pour les réhabilitations ou rénovations, des certificats d'économie d'énergie, des crédits d'impôts, des aides publiques ciblées sur la performance énergétiques et un programme de recherche PREBAT (Programme de recherche sur l'énergie dans le bâtiment.

Une amélioration de 15 % de la performance énergétique globale

Les accords de Rio et de Kyoto fixent des objectifs de limitation des émissions de gaz à effet de serre. La France s'est engagée, en ratifiant le Protocole de Kyoto, à stabiliser sur la période 2008-2012 ses émissions de gaz à effet de serre à leur niveau de 1990. Pour atteindre cet objectif, le gouvernement a lancé en juillet 2004 le « Plan Climat 2004-2012 ». Il s'agit d'économiser de l'ordre de 10 % des émissions françaises à l'horizon 2010, afin de maintenir la tendance actuelle à la stagnation des émissions de CO_2, voire de faire mieux dans la perspective d'une division par 4 des émissions à l'horizon 2050.

Lors de construction et dès 2010, tous les bâtiments et équipements publics, ainsi que tous les bâtiments tertiaires, devront respecter le label « bâtiment basse consommation » (BBC), soit en moyenne consommer moins de 50 kWh/m² .an, ou seront à énergie passive ou positive. Les énergies renouvelables les plus per-

formantes seront systématiquement intégrées. Les logements privés neufs consommeront également de moins en moins d'énergie. Ils devront respecter le label « très haute performance énergétique » (THPE) dès 2010, puis « bâtiment basse consommation » (BBC) dès 2012, et seront à énergie passive ou positive à partir de 2020.

Une limite maximale de consommation en kWh/m²/an

Un garde-fou est exigé pour les logements résidentiels. La limite de consommation maximale pour le chauffage, le refroidissement et la production d'eau chaude sanitaire est exprimée par mètre carré de surface. Elle est déclinée par zones climatiques et par types d'énergie de chauffage.

ZONE CLIMATIQUE	COMBUSTIBLES FOSSILES (en kWh primaire/m2/an)	CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE (en kWh primaire/m²/an)
H1	130	250
H2	110	190
H3	80	130

L'énergie primaire (exprimée en kWh_{ep}) comprend la consommation finale plus la consommation nécessaire à la production de cette énergie. En France, on considère les équivalences suivantes :

- 1 kWh gaz = 1 kWh_{ep} ;
- 1 kWh fioul = 1 kWh_{ep} ;
- 1 kWh électricité = 2,58 kWh_{ep}.

Des zones climatiques redéfinies

La RT 2005 décline les trois zones initialement définies par la RT 2000 en huit zones climatiques, afin de mieux prendre en compte les apports solaires et les consommations de climatisation en particulier.

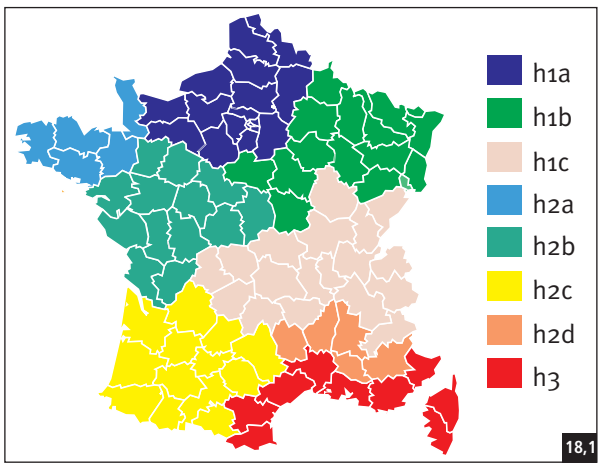


Fig.18,3.
Zones climatiques

Une prise en compte de la consommation de la climatisation pour certaines zones ou certains locaux

La limitation de la climatisation est un objectif majeur de la RT 2005. Ainsi, sauf cas particuliers (zones chaudes et bâtiment situé en zone bruyante), un bâtiment climatisé n'a pas le droit de consommer plus qu'un bâtiment identique non climatisé. Les bâtiments non résidentiels sont concernés à l'exception de ceux dont la température normale d'utilisation est inférieure ou égale à 12°C, des constructions provisoires (d'une durée d'utilisation inférieure à deux ans), des bâtiments d'élevage ainsi que des bâtiments chauffés ou climatisés en raison de contraintes liées à leur usage (Fig. 18,1 : zones climatiques).

Le bâtiment climatisé doit comporter des équipements et utiliser des matériaux permettant de diminuer les consommations de chauffage et d'éclairage par exemple.

Un accent sur l'architecture bioclimatique et l'utilisation des énergies renouvelables

Ces nouvelles exigences applicables aux constructions neuves favorisent le recours à des matériels

performants utilisant les énergies renouvelables (solaire thermique, chauffage bois, mais aussi solaire photovoltaïque). Par exemple, un bâtiment d'habitation peut chauffer pour partie son eau chaude sanitaire par capteurs solaires ou, à défaut, compenser par des économies d'énergie sur d'autres parties du bâtiment ou d'autres équipements performants.

© Photothèque ISOROY

Fig. 18,2.
La RT 2005 exige une amélioration de l'isolation (augmentation de l'épaisseur de l'isolant à performances identiques, ou conservation de la même épaisseur d'isolant mais augmentation de ses performances thermiques.

Quels sont les principaux changements entre la RT 2000 et la RT 2005 ?

La RT 2005 s'inscrit dans la continuité de la RT 2000. Les deux règlements sont donc proches l'un de l'autre :

- le bâtiment est comparé à un projet de référence ;
- il est toujours possible de compenser entre eux les différents postes de déperdition d'énergie tels que l'isolation thermique, les équipements de chauffage, de climatisation et de production d'eau chaude sanitaire ;
- des exigences minimales sur certains matériaux et équipements, les « garde-fous », sont conservées ;
- les méthodes de calcul global de la consommation conventionnelle d'énergie (pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage) et de la température intérieure sont similaires ;
- une solution technique est développée.

Les exigences de la RT 2005 sont cependant plus importantes :

- une réduction de la conductivité thermique d'environ 10 % pour les parois et les baies, et de 20 % pour les ponts thermiques ;
- la chaudière basse température et le panneau rayonnant deviennent la référence ;
- une meilleure isolation des réseaux de distribution ;
- une diminution des déperditions de ventilation ;
- un rendement minimal pour les pompes à chaleur ainsi que pour les équipements de refroidissement ;
- une limite de consommation exprimée en énergie primaire pour le chauffage, le refroidissement et la production d'eau chaude sanitaire. Cette limitation est la même pour l'individuel et le collectif.

Des nouveautés concernent les énergies renouvelables et le refroidissement :

- valorisation de la construction bioclimatique, orientation des baies, prise en compte de l'inertie réelle du bâtiment, toitures végétalisées, éclairage naturel, etc. ;
- meilleure prise en compte des chaudières à bois ;
- une maison individuelle peut être équipée de 2 m^2 de capteurs solaires pour la production d'eau chaude sanitaire ;
- un bâtiment climatisé (excepté quelques bâtiments spécifiques) n'aura pas le droit de consommer plus qu'un bâtiment identique non climatisé. Il faudra compenser la consommations de climatisation par des équipements et des matériaux permettant des économies d'énergie, sur le chauffage et l'éclairage notamment.

Comment respecter la RT 2005 ?

Il existe deux possibilités : soit faire réaliser un calcul par un bureau d'étude thermique, soit appliquer une solution technique agréée.

Le CSTB propose une solution technique (ST 2007-002) agréée par le ministère du Logement, pour les habitations individuelles non climatisées. Elle permet une vérification de la thermique d'hiver et de la thermique d'été en limitant considérablement les calculs par rapport à l'application intégrale de la RT 2005. Le texte officiel est disponible auprès du CSTB et est téléchargeable sur Internet (www.rt-batiment.fr).

Application de la solution technique ST 2007-002 pour maisons individuelles non climatisées

Ce principe de conformité est limité actuellement aux constructions présentant les caractéristiques suivantes :

- maisons individuelles non climatisées ;
- surface habitable inférieure à 250 m² ;
- surface des portes et fenêtres inférieure à 25 % de la surface habitable ;
- maison dont l'inertie est au moins « légère ».

Définition des inerties « légère » et « moyenne »

Le tableau 18,1 précise les caractéristiques minimales pour obtenir une pièce classée « légère » ou « moyenne ».

Une maison est d'inertie au moins légère si toutes ses pièces principales sont d'inertie au moins légère. Le tableau 18,2 récapitule, pour les différentes

Caractéristiques minimales des cloisons, murs et plafonds pour obtenir une pièce classée d'inertie légère ou moyenne. (tab. 18,1)

TYPE DE PLANCHER	CLOISONS	MUR	PLAFOND	INERTIE DE LA PIÈCE
Plancher bois avec moquette, PVC ou parquet	Revêtement en plâtre de 1 cm sur chaque face	Revêtement en plâtre de 1 cm	Revêtement en plâtre de 2 cm	Légère
	Brique ou béton creux < 110 mm	Revêtement en plâtre de 1 cm	Revêtement en plâtre de 1 cm	Légère
	Brique ou béton creux ≥ 110 mm, ou plein ≥ 70 mm	Revêtement en plâtre de 1 cm	Revêtement en plâtre de 1 cm	Moyenne
Plancher bois avec chape maçonnée ≥ 50 mm et carrelage	Revêtement en plâtre de 1 cm sur chaque face	Aucune exigence	Aucune exigence	Moyenne
	Aucune exigence	Revêtement en plâtre de 1 cm	Revêtement en plâtre de 1 cm	Moyenne
Dalle maçonnée pleine ≥ 150 mm ou avec entrevous et chape maçonnée ≥ 40 mm	Revêtement en plâtre de 1 cm sur chaque face	Aucune exigence	Aucune exigence	Moyenne
	Aucune exigence	Revêtement en plâtre de 1 cm	Revêtement en plâtre de 1 cm	

Domaine d'application de la solution technique ST 2007-002 en fonction des inerties des pièces et des zones de construction. (tab. 18,2)

ZONE CLIMATIQUE ET DE CONSTRUCTION		INERTIE LÉGÈRE	INERTIE MOYENNE
H1a, b ou c	Calme	Baies de toiture équipées de fermetures renforcées	Aucune exigence
H2a, b ou c	Non calme[1]	Baies verticales équipées de fermetures renforcées Baies de toiture non autorisées	Baies de toiture équipées de fermetures renforcées
H2d altitude ≤ 400 m	Calme	Baies verticales équipées de fermetures renforcées Baies de toiture non autorisées	Baies de toiture équipées de fermetures renforcées
H3 altitude ≤ 400 m	Non calme*	L'inertie légère n'est pas autorisée dans cette situation	Baies verticales équipées de fermetures renforcées Baies de toiture non autorisées

zones climatiques et de construction, quelles sont les exigences selon les inerties des pièces pour pouvoir appliquer la solution technique ST 2007-002.

La solution technique présentée ci-après ne tient compte que des éléments compatibles avec une ossature bois de type plate-forme.
Nous illustrons la démarche à suivre pour appliquer la solution thermique à une maison à ossature bois en nous référant à une maison type. Ses caractéristiques (qui apparaîtront en grisé dans les prochains tableaux) sont les suivantes :

- maison située en Vendée dans une zone calme (zone climatique H2b) ;
- maison individuelle non climatisée ;
- combles perdus, pas de fenêtre de toit ;
- surface habitable de 120 m^2 ;
- surface des portes et fenêtres de 21 m^2, dont 3,55 m^2 au nord (soit 1/34 de la surface habitable) et 9,65 m^2 au sud (soit 1/13 de la surface habitable) ;
- isolation par l'intérieur :
  - sol : chape flottante sur dalle sur terre-plein, isolants sous la dalle (R = 1,5 m^2.K/W) et sous la chape (R = 1,2 m^2.K/W),
  - mur : laine de roche de 120 mm disposée entre les montants d'ossature (R = 3.4 m^2.K/W),
  - plancher haut : laine de roche de 200 mm disposée entre les entraits des fermettes (R = 5,7 m^2.K/W) ;
- menuiserie classée ACOTHERM Th 10 ;
- ventilation mécanique contrôlée hygroréglable de classe D ;

[1] La zone de construction « non calme » correspond à une construction proche d'une infrastructure de transports classée (voir la partie « Thermique d'été » ci-après).

- chauffage électrique, panneaux rayonnants munis d'une régulation terminale certifiée Eubac avec CA ≤ 0,8 ;
- 3 m^2 de panneaux solaires thermiques.

Thermique d'hiver

Les thèmes à étudier sont :
- la conception bioclimatique ;
- l'isolation des murs, des sols et des toitures ;
- les ponts thermiques ;
- la qualité des menuiseries extérieures ;
- la performance de la ventilation ;
- le mode de chauffage et la production d'eau chaude sanitaire en fonction du lieu de la construction ;
- l'équipement solaire pour la production d'eau chaude sanitaire ;
- l'équipement photovoltaïque.

Un nombre de points est attribué à chacun de ces thèmes en fonction de la qualité thermique des éléments retenus. La thermique d'hiver de la maison est vérifiée si :
- elle obtient au moins 19 points pour la zone climatique H3 ou 21 points pour la zone climatique H1 ou H2 ;
- elle obtient au moins 5 points pour la zone climatique H3 ou 9 points pour la zone climatique H1 ou H2 au sujet de l'isolation de l'enveloppe, c'est-à-dire des parois opaques, des ponts thermiques et des caractéristiques des baies. Attention, les points obtenus pour l'orientation des baies ne sont pas à prendre en compte dans le total des points « isolation de l'enveloppe », car il s'agit d'un élément de conception bioclimatique ;
- chaque partie étudiée présente les caractéristiques minimales décrites ;
- les exigences de chaque partie sont appliquées.

Une fiche de synthèse à la page 264 permet de contrôler le nombre de points (fiche vierge page 308).

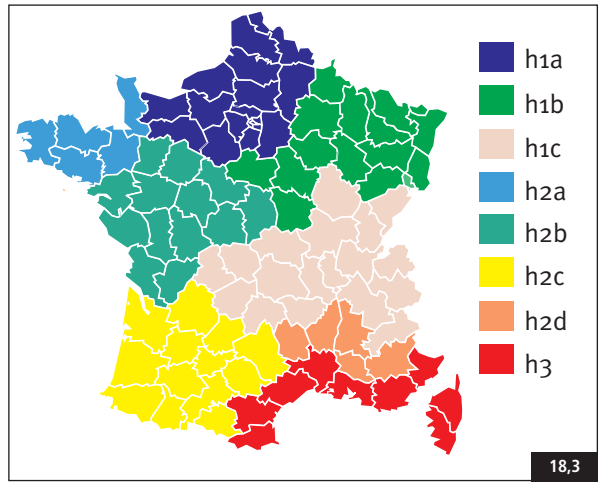


Fig.18,3.
Zones climatiques

La conception bioclimatique

La conception bioclimatique ne concerne que la thermique d'hiver. Le confort d'été est traité dans la thermique d'été. La RT 2005 valorise l'apport solaire d'hiver vis-à-vis de l'orientation des baies au sud et au nord. Les surfaces des fenêtres orientées à l'est et à l'ouest ne sont pas prises en compte. Le tableau 18,3 précise le nombre de points obtenus en fonction de l'orientation des baies et de leur surface.

Nombre de points en fonction de l'orientation des baies et de leur surface. (tab. 18,3)

AUTRE CAS	SURFACE DES BAIES SUD ≥ 1/15 DE LA SURFACE HABITABLE	
	SURFACE DES BAIES NORD ≤ 1/15 DE LA SURFACE HABITABLE	SURFACE DES BAIES NORD ≤ 1/30 DE LA SURFACE HABITABLE
0 point	1 point	2 points

L'isolation des murs, des sols et des toitures

Les résistances thermiques des isolants sont précisées sur leur emballage. Pour les isolants certifiés ACERMI, CSTBat ou NF, leurs résistances thermiques utiles sont celles déclarées par le fabricant. Dans les autres cas, la résistance thermique utile est la valeur déclarée par le fabricant minorée de 15 %. Appliquez à cette valeur un coefficient réducteur de 0,80 lorsque l'isolant est disposé entre des montants, solives ou chevrons en bois, et reportez-la dans le tableau 18,4. S'il y a deux couches d'isolant, ajoutez les deux résistances thermiques. Pour chaque paroi, cochez la case correspondant à la résistance thermique de l'isolant inférieure la plus proche dans le tableau 18,4. Dans notre exemple, la valeur de résistance thermique est 3,4 x 0,80 = 2,72 m^2.K/W pour les murs extérieurs, et 5,7 x 0,80 = 4,56 m^2.K/W pour le plafond haut. Il faut donc cocher la case « ≥ 2,7 » pour les murs extérieurs, et la case « ≥ 4,5 » pour les toitures extérieures. Le nombre de points à prendre en compte correspond à la colonne avec la résistance thermique la plus faible, soit 2 points dans notre exemple. La résistance thermique doit toujours être supérieure aux valeurs les plus faibles de la colonne des 0 points (principe du « garde-fou »).

Nombre de points en fonction de la résistance thermique des parois. (tab. 18,4)

NOMBRE DE POINTS	0	1	2	3	4	5
	Résistance thermique en m^2.K/W					
Murs extérieur ou sur local non chauffé	≥ 2,2	≥ 2,3	≥ 2,5	≥ 2,7	≥ 2,9	≥ 3,2
Plancher bas sur vide sanitaire ou sur sous-sol non chauffé	≥ 2,4	≥ 2,7	≥ 3	≥ 3,2	≥ 3,5	≥ 4
Plancher bas sur terre-plein	≥ 1,7	≥ 1,9	≥ 2,1	≥ 2,3	≥ 2,5	≥ 2,9
Plafonds rampants, toitures	≥ 4	≥ 4,3	≥ 4,5	≥ 4,8	≥ 5	≥ 5,5

Remarques

- Lorsque l'isolant est interrompu par les montants des murs, les solives du plancher ou les chevrons du toit, 80 % de la résistance thermique de l'isolant est conservée.
- Isolez au moins sur une largeur de 1,20 m en périphérie les planchers bas sur terre plein.

Les ponts thermiques

L'isolation thermique est moins performante ou interrompue au niveau des liaisons entre les parois verticales et horizontales et sur le pourtour des ouvertures. Il se crée un « pont » qui permet à la chaleur de s'échapper vers l'extérieur. Sur ce point, les maisons à ossature bois sont particulièrement performantes car le bois est nettement plus isolant que le béton. Ce mode de construction obtient le

18,4

© SAINT-GOBAIN ISOVER

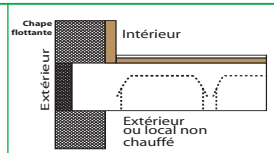
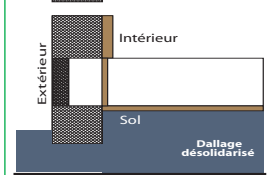
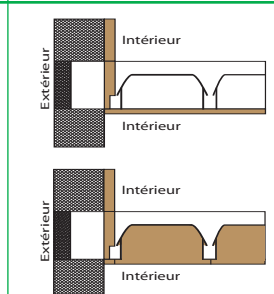
Fig.18,4.
Les ponts thermiques provoqués par les pièces de bois et la rupture de l'isolant sont pris en compte en diminuant de 20 % la résistance thermique de l'isolant.

maximum de points. Attention aux constructions sur dalle sur terre-plein. Le pont thermique entre le mur et la dalle doit être éliminé en isolant la dalle ou en réalisant une pose flottante du revêtement de sol avec un isolant thermique.

© CNDB

Fig.18,5.
Le pont thermique entre le mur et la dalle doit être éliminé en isolant la dalle ou en réalisant une pose flottante du revêtement de sol.

Plancher bas

Chape flottante ou dallage désolidarisé du mur, bande isolante R ≥ 1,4 m².K/W		3 points
Chape flottante ou dallage désolidarisé du mur, bande isolante R < 1,4 m².K/W		2 points
Plancher à poutrelles avec un rupteur de pont thermique sous Avis Technique en cours de validité ou plancher avec entrevous PSE		2 points
Autres planchers		0 point

Remarque : un plancher bas constitué d'une chape flottante isolée sur une dalle isolée du plancher et du mur n'aura qu'une bonification de 2 ou 3 points.

Plancher intermédiaire

Plancher intermédiaire en bois (ou pas de plancher)		2 points

Remarque : comptez deux points si la maison ne comporte pas de plancher intermédiaire car il n'y aura pas de pont thermique.

Plancher haut

Plafond isolé sous combles perdus		2 points
Rampant isolé		2 points

Ouvertures

- Fenêtres, portes et portes-fenêtres : profilés du dormant dans le plan de l'isolant.
- Fenêtres de toit : isolant en contact avec le dormant de 5 cm.

La qualité des menuiseries extérieures

Protégez par au moins 15 mm de matériau isolant les coffres de volet roulant ne faisant pas partie d'un bloc baie certifié.
Sélectionnez des coffres de volet roulant métalliques équipés de rupture de pont thermique (Uc < 2 W/(m².K)) lorsqu'ils sont montés sur la traverse haute de la paroi vitrée et lorsque la surface concernée n'est pas isolée.

Les fenêtres, portes-fenêtres et blocs baies sont marqués CE

Le nombre de points dépend de la performance thermique.

Uw ≤ 2,6 W/(m2.K)	0 point
Uw ≤ 1,8 W/(m2.K)	1 point
Uw ≤ 1,4 W/(m2.K)	2 points

Les fenêtres, portes-fenêtres et blocs baies sont marqués ACOTHERM

Le classement ACOTHERM définit le nombre de points.

Vous pouvez employer une seule fenêtre non marquée à condition qu'elle utilise le même type de profilé et de vitrage que les autres fenêtres marquées.

Classe ACOTHERM Th 6 ou Th 7	0 point
Classe ACOTHERM Th 8 ou Th 9	1 point
Classe ACOTHERM Th 10 ou Th 11	2 points

Les fenêtres, portes-fenêtres et blocs baies sont en bois et sans marquage ACOTHERM

Le texte officiel est disponible auprès du CSTB et est téléchargeable sur Internet (www.rt-batiment.fr).
Les tableaux 18,5 et 18,6 mentionnent le nombre de points obtenus en fonction de la performance thermique de la menuiserie la moins performante de la construction et du système d'attestation de conformité aux normes, autocontrôle ou Charte de Qualité « Menuiseries 21 ».

Nombre de points des menuiseries sous autocontrôle. (tab. 18,5)

Conductivité Uw en W/(m^2.K)	≤ 1,8	≤ 1,4
procédure d'autocontrôle : note de calcul Vision Bois avec fiche d'autocontrôle remplie et signée par le fabricant	0 point	1 point

Nombre de point des menuiseries sous charte de qualité « Menuiseries 21 » (tab. 18,6)

Conductivité Uw en W/(m^2.K)	≤ 2,6	≤ 2	≤ 1,6
Démarche Charte de Qualité « Menuiseries 21 » : note de calcul Vision Bois avec attestation IRABOIS	0 point	1 point	2 points

Considérez la valeur Ujn sur la note de calcul jointe à la menuiserie pour l'attribution des points lorsque les menuiseries sont dépourvues à leur construction d'une fermeture et qu'elles sont équipées de volets ou volets roulants. Ajoutez un point (avec une valeur maximale de 2 points) si la fermeture est marquée NF avec une valeur de la résistance thermique (R) au moins égale à 0,15 m^2.K/W.

La performance de la ventilation

Vous disposez de deux systèmes : la ventilation mécanique contrôlée autoréglable certifiée « NF VMC » ou quelconque, et la ventilation mécanique contrôlée hygroréglable marquée CSTBat. Le tableau 18,7 précise le nombre de points en fonction du système, de la certification et de la classe de performance.

Nombre de points en fonction du système, de la certification et de la classe de performance (tab. 18,7)

ventilation mécanique contrôlée autoréglable	Non certifiée NF	0 point
	Certifiée NF	1 point
ventilation mécanique contrôlée hygroréglable marquée CSTBat	Classe E	2 points
	Classe D	2 points
	Classe C	3 points

La ventilation mécanique contrôlée autoréglable est certifiée « NF VMC »

Ce système est équipé d'entrées d'air marquées « NF Entrée d'air autoréglable » de module maximal 30 pour les chambres, et 60 pour les séjours. S'il y a plusieurs entrées d'air pour la même pièce, la somme des modules ne dépassera pas ces valeurs. Le groupe de VMC a une régulation des débits extraits et une commande de grand débit en cuisine. Sa puissance (en W-Th-C) ne doit pas dépasser 35 W. Lorsque le système dessert une cuisine et au moins 3 autres pièces de service (toilette, salle de bains, etc.), sa puissance peut atteindre 50 W.

La ventilation mécanique contrôlée autoréglable n'est pas certifiée

Ce système est également équipé d'entrées d'air marquées « NF Entrée d'air autoréglable » de module maximal 30 pour les chambres, et 60 pour les séjours. S'il y a plusieurs entrées d'air pour la même pièce, la somme des modules ne dépassera pas ces valeurs. Le groupe de VMC a une régulation des débits extraits et une commande de grand débit en cuisine. Lorsque le groupe n'est pas certifié, sa puissance (en W-Th-C) ne doit pas dépasser 40 W. Lorsque le système dessert une cuisine et au moins 3 autres pièces de service (toilette, salle de bains, etc.), sa puissance peut atteindre 55 W.

La ventilation mécanique contrôlée hygroréglable marquée CSTBat

Le kit comprend un caisson d'extraction, des bouches d'extraction et éventuellement des conduits ou des organes acoustiques. Le caisson ou les bouches comportent un dispositif de modulation des débits. Le type et le nombre d'entrées d'air sont fonction du nombre de pièces principales du logement.

Le mode de chauffage et la production d'eau chaude sanitaire

Trois types d'énergie sont disponibles pour le chauffage et la production d'eau chaude : l'électricité (effet Joule), la pompe à chaleur et le gaz ou fioul. Les tableaux 18,8 à 18,10 précisent le nombre de points en fonction du mode de chauffage.

Chauffage et eau chaude sanitaire produits avec de l'électricité (effet Joule)

Nombre de points en fonction du mode de chauffage (tab. 18,8)

Plancher chauffant ou panneau rayonnant muni d'une régulation terminale certifiée Eubac avec CA ≤ 1,5	0 point
Panneau rayonnant ou plancher chauffant muni d'une régulation certifiée avec CA ≤ 1,1 ou panneau rayonnant électrique de performance au moins équivalente à NF performance catégorie C	0 point
Panneau rayonnant muni d'une régulation terminale certifiée Eubac avec CA ≤ 0,8	2 points

Les panneaux rayonnants sont marqués NF performance catégorie C. Ils sont commandés par un programmateur d'intermittence marqué NF électricité commandant un changement de point de consigne.

S'il y a des planchers rayonnants, ils sont pilotés par un programmateur d'intermittence. Chaque pièce comporte un thermostat. Leur surface est inférieure à 150 m^2.

L'eau chaude sanitaire est assurée par un ou des ballons situés dans un volume chauffé et marqués NF performance catégorie B.

Chauffage par pompe à chaleur (PAC) air/eau non réversible et eau chaude sanitaire produits avec de l'électricité (effet Joule)

Nombre de points en fonction du coefficient de performance (COP) nominal pour une température extérieure de 7 °C (tab. 18.9)

2,7 ≤ COP < 3,2	1 point
3,2 ≤ COP < 3,8	3 points
COP ≥ 3,8	5 points

L'eau chaude sanitaire est assurée par un ou des ballons situés dans un volume chauffé et marqués NF performance catégorie B.
La pompe à chaleur est associée, pour les pièces principales, à un plancher chauffant sur chape flottante dont la surface ne doit pas dépasser 150 m^2 par régulation terminale. Le système de régulation et de programmation comprend un thermostat d'ambiance programmable ou une régulation intégrée ou non à la PAC avec sonde d'ambiance et horloge de programmation, et un dispositif de régulation de la température d'eau en fonction de la température extérieure.
Les tuyaux du réseau de distribution de chauffage situés dans une zone non chauffée sont protégés par un isolant d'épaisseur au moins équivalente à la moitié du diamètre extérieur du tuyau.
La pompe de circulation est équipée d'un système de dégommage et d'un dispositif pour l'arrêter lorsque le chauffage est éteint.

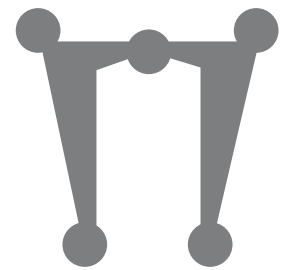
Chauffage et eau chaude sanitaire produits avec du gaz ou du fioul

La chaudière gaz ou fioul est marquée CE, et la chaudière gaz est sans veilleuse. Elle est pilotée par un thermostat d'ambiance, avec une horloge de programmation.

Nombre de points en fonction du mode de chauffage (18.10)

Chaudière basse température avec radiateurs ou plancher chauffant munis d'une régulation terminale certifiée Eubac avec CA ≤ 1,5, ou avec radiateurs munis de robinets thermostatiques certifiés CENCER	1 point
Chaudière basse température et radiateurs munis d'une régulation terminale certifiée avec CA ≤ 0,8	3 points
Chaudière à condensation avec radiateurs ou plancher chauffant munis d'une régulation terminale certifiée Eubac CA ≤ 1,5, ou avec radiateurs munis de robinets thermostatiques certifiés CENCER	3 points
Chaudière à condensation et radiateurs munis d'une régulation terminale certifiée (3) avec CA ≤ 0,8	5 points

La chaudière est associée à un plancher chauffant mis en œuvre sur une chape flottante au minimum sur le rez-de-chaussée. Sa surface est inférieure à 150 m^2 pour une même régulation terminale.
Les radiateurs munis de robinets thermostatiques sont certifiés CENCER et marqués sauf dans la pièce où est situé le thermostat d'ambiance.
Les tuyaux d'eau chaude sanitaire situés dans une zone non chauffée ainsi que toutes les parties bouclées sont protégés par un isolant d'épaisseur au moins équivalente à la moitié du diamètre extérieur du tuyau.
La pompe de circulation est équipée d'un système de dégommage et d'un dispositif pour l'arrêter lorsque le chauffage est éteint.



Système solaire de production d'eau chaude sanitaire (ECS)

Une surface minimale de panneaux solaires est exigée en fonction de la zone climatique. Le nombre de points dépend du mode de chauffage et de la production d'eau chaude sanitaire.

Les capteurs sont certifiés (CSTBat ou Solar Keymark), leur rendement optique doit être supérieur à 0,6, et leur coefficient de déperdition inférieur à 7 W/m²/K (ou 2 W/m²/K pour un capteur à tubes sous vide).
Le volume solaire (le volume de stockage total moins le volume d'appoint) doit au moins être égal au volume d'appoint.

Surface d'entrée minimale des capteurs (en m²) en fonction de la surface de la maison (tab. 18,11)

SURFACE MAISON	ZONE		
	H1A, H1B, H2A	H1C, H2B, H2C	H2D, H3
Moins de 100 m²	3,5	2,5	2
Entre 100 et 140 m²	4	3	2,5
Entre 140 et 180 m²	4,5	3,5	3
Plus de 180 m²	5	4	3,5

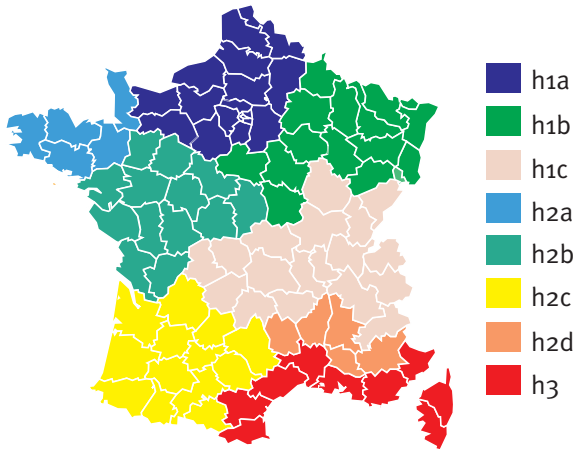
Nombre de points en fonction du mode de chauffage et de la production d'ECS (tab.18,12)

	Pas d'équipement solaire thermique pour l'ECS	Chauffage et appoint ECS par combustible liquide ou gazeux	Chauffage électrique par effet Joule ou pompe à chaleur, et appoint ECS par effet Joule
Toutes zones climatiques	0 point	2 points	3 points

La surface d'entrée des capteurs, Sc en m², doit être égale ou supérieure aux valeurs données dans le tableau ci-dessus.
Pour l'orientation et l'inclinaison des panneaux solaires, plusieurs paramètres entrent en jeu :

- zone H3
  - orientation entre l'est et l'ouest en passant par le sud,
  - a hauteur moyenne des obstacles sur l'horizon doit être inférieure à 20° ;

- zones H1 et H2
  - orientation entre le sud-est et le sud-ouest, et inclinaison entre 40 et 50° sur l'horizontale,
  - sans obstacle susceptible de masquer les panneaux.



Installation solaire photovoltaïque

L'orientation et l'inclinaison des panneaux photovoltaïques doivent respecter des contraintes en fonction de la zone climatique. Le nombre de points dépend du type de système de chauffage et de la zone climatique.

Les panneaux solaires photovoltaïques sont en silicium poly ou monocristallin. Leur puissance crête est d'au moins 115 Wc par m^2.

La surface des panneaux représente au moins 1/10e de la surface habitable de la maison.

Orientation et inclinaison des panneaux photovoltaïques en fonction de la zone climatique (tab. 18,13)

ZONE CLIMATIQUE	ORIENTATION	
	INCLINAISON ≤ 60°	INCLINAISON > 60°
H1	Entre sud-sud-est et sud-sud-ouest	Entre l'est et l'ouest en passant par le sud
H2	Entre est-sud-est et ouest-sud-ouest	Entre l'est et l'ouest en passant par le sud
H3	Entre l'est et l'ouest en passant par le sud	

Orientation et inclinaison des panneaux photovoltaïques en fonction de la zone climatique (tab. 18,13)

ZONE CLIMATIQUE	PAS D'ÉQUIPEMENT PHOTOVOLTAÏQUE	INSTALLATION SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE SUR UNE MAISON AVEC CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE PAR EFFET JOULE	INSTALLATION SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE SUR UNE MAISON AVEC CHAUFFAGE PAR COMBUSTIBLE LIQUIDE OU GAZEUX OU POMPE À CHALEUR
H1a, H1b, H1c, H2a	0 point	1 point	3 points
H2b et H2c	0 point	2 points	4 points
H2d et H3	0 point	3 points	5 points

Thermique d'été

Les éléments à considérer sont le lieu de construction, la protection solaire et l'inertie thermique des pièces. Des protections solaires et une inertie minimale sont exigées en fonction du climat d'été et du calme de la zone construite. D'autre part, 30 % de la surface totale des fenêtres doit pouvoir être ouverte. Une fiche de synthèse page 264 permet de contrôler ces exigences.

Protection des baies en fonction du climat, de la zone et de l'inertie de la pièce (cf. tableau 18,7) (tab. 18,15)

	INERTIE DE LA PIÈCE	HORS CLIMAT CHAUD		CLIMAT CHAUD	
		ZONE CALME	HORS ZONE CALME	ZONE CALME	HORS ZONE CALME
Protection des baies verticales (pente ≥ 60°)	légère	Courante	Renforcée	Renforcée	non couvert par la solution technique
	moyenne	Courante	Courante	Courante	Renforcée
Protection des baies de toiture (pente < à 60°)	légère	Renforcée	non couvert par la solution technique	non couvert par la solution technique	non couvert par la solution technique
	moyenne	Courante	Renforcée	Renforcée	non couvert par la solution technique

Zone de climat chaud

Dans le cadre de cette solution technique, le climat est dit chaud si la maison est construite à moins de 400 m d'altitude, en zone H2d ou H3.

Protection des baies

- Protection des baies courante : volet, volet roulant ou store extérieur à lames orientables ou en toile opaque, ou toute protection assurant un facteur solaire ≤ 0,15. Le facteur solaire est le rapport entre le flux d'énergie entrant dans le local et le flux d'énergie incidente (rejeté à l'extérieur).

- Protection des baies renforcées : mêmes exigences, en outre la toile est blanche, jaune ou rouge clair, ou le facteur solaire de toute autre protection ≤ 0,10.

Zone de construction et infrastructure de transport

Le tableau 18,16 mentionne la distance minimale à respecter entre la maison et une infrastructure de transport classée (décret n° 95-21 du 9/1/1995) pour définir si la zone est calme ou non. Contactez les mairies, les directions départementales de l'équipement ou les préfectures pour obtenir la liste de ces infrastructures.

Distance minimale entre la maison et une infrastructure de transport classée. (tab. 18,7)

DISTANCE MINIMALE EN M	30	100	250	500	700
CATÉGORIE DE L'INFRASTRUCTURE	5	4	3	2	1

Fiche de synthèse

Ces deux fiches permettent de vérifier rapidement que la construction est conforme à la RT 2005. La première permet d'une part de contrôler que la construction est vérifiable sur la base de cette solution technique, et d'autre part de valider la conformité de la thermique d'été. La deuxième fiche permet de vérifier la thermique d'hiver. Reportez-vous au développement de chaque partie dans l'ouvrage. Un jeu de fiches vierges en annexe à la page 316 vous permet de les photocopier.

Fiche de synthèse pour la conformité à la RT 2005 (1/2)

Maison individuelle non climatisée	Oui
Surface habitable inférieure à 250 m2	Oui
Surface des portes et fenêtres inférieure à 25 % de la surface habitable	Oui
Inertie au moins légère	Oui
Uniquement produits, procédés de construction ou équipements figurant dans ce document.	Oui
Thermiques d'été et d'hiver respectées	Oui

La totalité des réponses doit être affirmative.

Fiche de synthèse pour la thermique d'été

Hors climat chaud et zone calme

Protection des baies verticales courante dans les pièces avec une inertie légère ou moyenne	Oui
Protection des baies inclinées courante dans les pièces avec une inertie moyenne	
Protection des baies inclinées renforcée avec inertie légère de la pièce	

ou

Hors climat chaud et hors zone calme

Protection des baies verticales renforcée avec inertie légère de la pièce	
Protection des baies verticales courante avec inertie moyenne de la pièce	
Protection des baies inclinées renforcée avec inertie moyenne de la pièce	
Pas de baies inclinées avec inertie légère de la pièce	

ou

Climat chaud et zone calme

Protection des baies verticales renforcée avec inertie légère de la pièce	
Protection des baies verticales courante avec inertie moyenne de la pièce	
Protection des baies inclinées renforcée avec inertie moyenne de la pièce	
Pas de baies inclinées avec inertie légère de la pièce	

ou

Climat chaud et hors zone calme

Protection des baies verticales renforcée avec inertie légère de la pièce	
Protection des baies verticales courante avec inertie moyenne de la pièce	
Protection des baies inclinées renforcée avec inertie moyenne de la pièce	
Pas de baies inclinées avec inertie légère de la pièce	

Pour la localisation de la maison retenue, les réponses concernées doivent être affirmatives.

Fiche de synthèse pour la thermique d'hiver (2/2)

ORIENTATION DES BAIES			2
AUTRE CAS	SURFACE DES BAIES SUD ≥ 1/15 DE LA SURFACE HABITABLE		
	SURFACE DES BAIES NORD ≤ 1/15 DE LA SURFACE HABITABLE	SURFACE DES BAIES NORD ≤ 1/30 DE LA SURFACE HABITABLE	
0 point	1 point	2 points	

ISOLANTS (RÉSISTANCE THERMIQUE EN M^2.K/W)				2
MURS EXTÉRIEURS OU SUR LOCAL NON CHAUFFÉ	PLANCHER BAS SUR VIDE SANITAIRE OU SUR SOUS-SOL NON CHAUFFÉ	PLANCHER BAS SUR TERRE-PLEIN	PLAFOND HORIZONTAL OU RAMPANT	NOMBRE DE POINTS
≥ 2,2	2,4	≥ 1,7	≥ 4	0
≥ 2,3	≥ 2,7	≥ 1,9	≥ 4,3	1
≥ 2,5	≥ 3	≥ 2,1	≥ 4,5	2
≥ 2,7	≥ 3,2	≥ 2,3	≥ 4,8	3
≥ 2,9	≥ 3,5	≥ 2,5	≥ 5	4
≥ 3,2	≥ 4	≥ 2,9	≥ 5,5	5

Pont thermique au plancher bas					3
Pont thermique au plancher intermédiaire					2
Pont thermique au plancher haut					2
Chape ou dalle isolée	R ≥ 1,4	3 points	Plancher intermédiaire en bois	2 points	
	R < 1,4	2 points	Plancher haut en bois avec isolant	2 points	
Autres planchers		0 points	Rampant	0 points	
Sous-total des points de l'isolation de l'enveloppe ≥ 9					11

MENUISERIES EXTÉRIEURES								2
MARQUÉES CE		SOUS AUTOCONTRÔLE		MENUISERIES 21		CLASSE ACOTHERM		
UW	POINTS	UW	POINTS	UW	POINTS	TH	POINTS	
≤ 2,6	0	≤ 1,8	0	≤ 2,6	0	6 ou 7	0	
≤ 1,8	1	≤ 1,4	1	≤ 2	1	8 ou 9	1	
				≤ 1,6	2	10 ou 11	2	

VENTILATION				3
VENTILATION HYGRORÉGLABLE		VENTILATION AUTORÉGLABLE		
Classe E	2 points	Non certifiée NF	0 point	
Classe D	2 points	Certifiée NF	1 point	
Classe C	3 points			

CHAUFFAGE		2
CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE PRODUITS PAR EFFET JOULE		
Régulation terminale certifiée Eubac avec CA ≤ 1,5	0 point	
Régulation certifiée avec CA ≤ 1,1	0 point	
Panneau rayonnant électrique au moins de catégorie C	0 point	
Panneaux rayonnants munis d'une régulation terminale certifiée Eubac avec CA ≤ 0,8	2 points	

CHAUFFAGE PAR POMPE À CHALEUR (COEFFICIENT DE PERFORMANCE NOMINAL)		
2,7 ≤ COP < 3,2	0 point	
3,2 ≤ COP < 3,8	0 point	
COP ≥ 3,8	2 points	
CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE PRODUITS AVEC DU GAZ OU DU FIOUL		
Chaudière basse température avec radiateurs ou plancher chauffant munis d'une régulation terminale certifiée Eubac avec CA ≤ 1,5, ou avec radiateurs munis de robinets thermostatiques certifiés CENCER	1 point	
Chaudière basse température et radiateurs munis d'une régulation terminale certifiée avec CA ≤ 0,8	3 points	
Chaudière à condensation avec radiateurs ou plancher chauffant munis d'une régulation terminale certifiée Eubac CA ≤ 1,5, ou avec radiateurs munis de robinets thermostatiques certifies CENCER	3 points	
Chaudière à condensation et radiateurs munis d'une régulation terminale certifiée avec CA ≤ 0,8	5 points	
SURFACE D'ENTRÉE MINIMALE DES CAPTEURS SOLAIRES (en m^2)		3

SURFACE MAISON	ZONE		
	H1A, H1B, H2A	H1C, H2B, H2C	H2D, H3
Moins de 100 m^2	S ≥ 3,5	S ≥ 2,5	S ≥ 2
Entre 100 et 140 m^2	S ≥ 4	S ≥ 3	S ≥ 2,5
Entre 140 et 180 m^2	S ≥ 4,5	S ≥ 3,5	S ≥ 3
Plus de 180 m^2	S ≥ 5	S ≥ 4	S ≥ 3,5

Pas d'équipement solaire thermique pour l'ECS	0 point	
Chauffage et appoint ECS par combustible liquide ou gazeux	2 points	
Chauffage électrique par effet Joule ou pompe à chaleur et appoint ECS par effet Joule	3 points	
PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES		0

ZONE CLIMATIQUE	ORIENTATION	
	INCLINAISON ≤ 60°	INCLINAISON > 60°
H1	Entre sud-sud-est et sud-sud-ouest	Entre l'est et l'ouest en passant par le sud
H2	Entre est-sud-est et ouest-sud-ouest	Entre l'est et l'ouest en passant par le sud
H3	Entre l'est et l'ouest en passant par le sud	

ZONE CLIMATIQUE	PAS D'ÉQUIPEMENT PHOTOVOLTAÏQUE	INSTALLATION SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE SUR UNE MAISON AVEC CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE PAR EFFET JOULE	INSTALLATION SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE SUR UNE MAISON AVEC CHAUFFAGE PAR COMBUSTIBLE LIQUIDE OU GAZEUX OU POMPE À CHALEUR
H1a, H1b, H1c, H2a	0 point	1 point	3 points
H2b et H2c	0 point	2 points	4 points
H2d et H3	0 point	3 points	5 points
Le total des points doit être égal ou supérieur à 21 (ou 19 pour la zone H3)			21

Comment obtenir un bon confort thermique en été ?

La réglementation de 1988 ne traitait que la thermique d'hiver. Avec le réchauffement de la planète, les températures estivales sont de plus en plus élevées. La notion de Confort d'été s'est imposée. On pense désormais à protéger les bâtiments aussi contre la chaleur de l'été et pas uniquement contre le froid de l'hiver. Au même titre que pour le confort d'hiver, l'isolation est devenue un élément primordial du confort d'été. Pour respecter la RT 2000, il faut vérifier qu'en été la température intérieure sera inférieure à celle d'un bâtiment ayant les caractéristiques de référence.

La réglementation thermique évolue vers une diminution des consommations d'énergie non renouvelables. Les zones climatiques sont redéfinies, en particulier pour une meilleure prise en compte des apports solaires et des consommations de climatisation. Par ailleurs, en prenant en compte les consommations de climatisation, la RT 2005 devrait conduire au développement de systèmes de climatisation passifs ou à faible consommation d'énergie.

Des solutions architecturales ou des techniques de construction adaptées, des comportements « de bon sens », une bonne aération et un brassage de l'air efficace permettent de limiter voir d'éviter même dans les régions chaudes la climatisation. Lorsqu'elle est nécessaire (bâtiment situé dans une région chaude et en zone bruyante), il existe des solutions satisfaisantes pour limiter les coûts énergétiques et les risques pour l'environnement.

La localisation géographique

La RT 2000 impose aux constructions neuves des règles de conception pour améliorer leur confort d'été en fonction du climat de la région et de la présence d'une infrastructure de transport. Un bâtiment situé dans une région chaude et en zone bruyante ne doit pas comporter de fenêtre de toit par exemple.

L'implantation

L'implantation sur une pente ou sur un plateau, où l'air circule naturellement, est plus favorable que dans un fond de cuvette. Profitez de la fraîcheur relative du sol en été en réalisant une construction semi-enterrée. La température sera plus tempérée. Par ailleurs, l'orientation des ouvertures est un facteur très important :

- **Exposition nord :** exposition intéressante en été sous les climats chauds. Sous nos climats, cette exposition est très défavorable en hiver.
- **Exposition ouest :** les rayons du soleil de l'après midi sont les plus chauds et en fin d'après midi, les rayons se rapprochent de l'horizontale. Les baies sont difficiles à protéger.
- **Exposition est :** les rayons du soleil du matin sont moins chauds que lors d'une exposition ouest, mais ils ne sont pas verticaux. Les baies restent difficiles à protéger.
- **Exposition sud :** exposition idéale, le soleil est haut, les rayons sont proches de la verticale. Les baies sont faciles à protéger.

Le meilleur résultat est obtenu avec la façade la plus vitrée exposée au sud.

Les végétaux

Les végétaux à feuilles caduques procurent une confortable ambiance de fraîcheur par évapo-transpiration. En outre, ils ne masquent pas le soleil en hiver.

Pour profiter de ces avantages, vous pouvez :

- Plantez au sud ou à l'ouest un arbre devant une ouverture.

© Atlanbois

Fig. 18,6
Les végétaux participent à la fraîcheur des habitations.

Fig. 18,7
Les rayons du soleil des ouvertures situées au sud sont proches de la verticale en été. Un faible débord suffit, mais pour ce protéger des rayons réfléchis par la terrasse, il faut augmenter la largeur de ce débord.

- Réalisez un écran avec une haie pour faire écran aux rayons du soleil à l'ouest tout en permettant une ventilation.
- Limitez la réflexion des rayons du soleil par la terrasse en limitant sa surface et en l'abritant avec une pergola avec des plantes grimpantes.
- Abritez une ouverture au sud avec une treille.
- Protégez la véranda par des arbres et plantes grimpantes.

La conception

La thermique d'été doit être intégrée dès la conception du projet. Certains choix dans les ouvertures, les matériaux et la toiture permettent à la maison d'être confortable en hiver comme en été, sans dépense énergétique excessive.

Les ouvertures

Les 2/3 des apports de chaleur en été proviennent des surfaces vitrées. Incorrectement définies, elles provoqueront surchauffes estivales, déperditions hivernales, ventilation et lumière naturelle insuffisantes. Respectez quelques règles pour trouver le meilleur compromis :

- Les grandes baies vitrées seront situées au sud, les ouvertures plus modestes à l'est, les petites fenêtres ou des dispositifs d'éclairage indirect à l'ouest.

© Finnforest France

- Les fenêtres de toit orientées au sud apportent beaucoup de chaleur. Préférez les orientations au nord et à l'est et prévoyez des occultations extérieures. Attention les RT 2000 interdisent leur emploi pour certaines configuration (climat chaut et zone bruyante).
- Choisissez des vérandas avec une toiture opaque, des occultations efficaces (stores ou volets roulants), des ouvertures au minimum de 20 à 30 % de la surface vitrée, voire un escamotage complet des panneaux vitrés pour bien aérer pendant l'été.
- Occultez les ouvertures avec des volets roulants ou battants, des persiennes…
- Protégez les ouvertures pour empêcher l'insolation directe des ouvertures l'été et pour laisser passer la lumière. Utilisez des brise-soleil orientables, des stores intérieurs ou mieux des stores extérieurs. Vous disposez de nombreuses possibilités architecturales. des pare-soleil, écrans, auvents, balcons, débords de

© Atlanbois

Fig. 18,8
Les ouvertures situées à l'ouest sont frappées par des rayons plus bas au moment de la journée où il fait le plus chaud. Prévoyez des débords important et/ou un écran devant l'ouverture.

toit... Attention, une ouverture située à l'ouest ou à l'est sont difficiles à protéger, les rayons du soleil étant bas, contrairement aux ouvertures situées au sud.

- Un logement ouvrant sur deux façades distinctes ou avec une cour intérieure est plus facile à ventiler. Il sera plus confortable en été.

L'inertie thermique

L'inertie thermique est une caractéristique importante pour protéger la construction de la chaleur estivale. L'inertie thermique d'un bâtiment est sa capacité à stocker de la chaleur dans ses parois (murs, planchers, toitures, cloisons...). Plus l'inertie d'un bâtiment est forte, plus il se réchauffe et se refroidit lentement. Plus ce déphasage est important (intervalle de temps entre l'apparition de la température extérieure la plus haute et la température intérieure la plus haute au cours de la journée), plus la maison sera fraîche. La chaleur stockée dans les parois sera éliminée par une bonne ventilation nocturne.

Pour obtenir une forte inertie thermique il faut employer des matériaux lourds (béton, pierre, brique pleine, terre crue...) mais du côté intérieur de l'isolant. Actuellement la majorité des bâtiments sont isolés par l'intérieur. La masse surfacique utile sera uniquement le parement intérieur soit la plaque de plâtre, le panneau dérivé du bois ou le lambris, ce qui est très faible. Avec ce mode d'isolation une maison à ossature bois à une inertie thermique équivalente mais faible, à une maison en parpaings. Pour que l'isolation joue un rôle favorable dans le confort d'été, sélectionnez une isolation par l'extérieur si la maison est en bois massif. Si la maison est à ossature plateforme, augmentez l'inertie du bâtiment avec une dalle sur terre plein isolée uniquement en périphérie, un isolant à forte inertie thermique comme la laine de bois, une cloison lourde en brique de terre crue ou en parpaings posés à l'envers et remplis de sable reposant sur la dalle ou en adoptant une structure mixte bois et brique alvéolaire (isolation répartie) par exemple.

18,11 © Hubert BEYER

La toiture

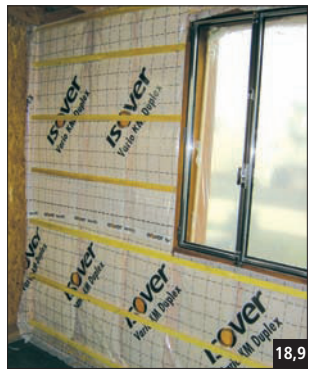
L'isolation de la toiture doit être performante. Le toit apporte le plus de chaleur en été après les ouvertures. Les toitures terrasse sont intéressantes, car elles sont isolées par l'extérieur. Elles augmentent l'inertie du bâtiment. Pour renforcer cette inertie, sélectionnez une toiture terrasse végétalisée qui augmentent considérablement l'inertie du bâtiment.

Les lames d'air

Les lames d'air sont fréquemment employées dans les maisons à ossature bois. Elles sont généralement situées entre le revêtement extérieur (bardage, enduit...) et le voile travaillant revêtu du parapluie. Elles sont toujours ventilées. Cette ventilation permet de rejeter la chaleur emmagasinée par le mur.

La couleur

Les teintes claires absorbent moins de chaleur que les teintes foncées. Suivant la couleur, les parties extérieures d'une construction peuvent se réchauffer plus



18,9 © SAINT-GOBAIN ISOVER

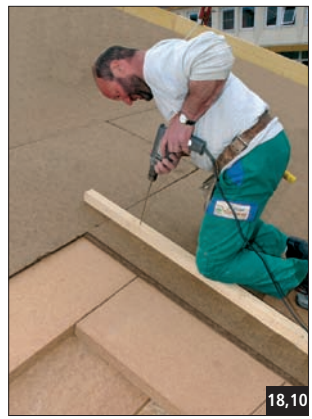

18,10 © Photothèque ISOROY

Fig. 18,9
Une maison à ossature bois à une inertie thermique équivalente à une maison en parpaings lorsqu'elles sont isolées par l'intérieur.

Fig. 18,10
Employez des matériaux à forte inertie thermique pour obtenir une maison fraîche en été.

Fig. 18,11
Les toitures terrasses végétalisées sont très performantes en thermique d'été.

ou moins fortement sous l'effet du rayonnement direct.

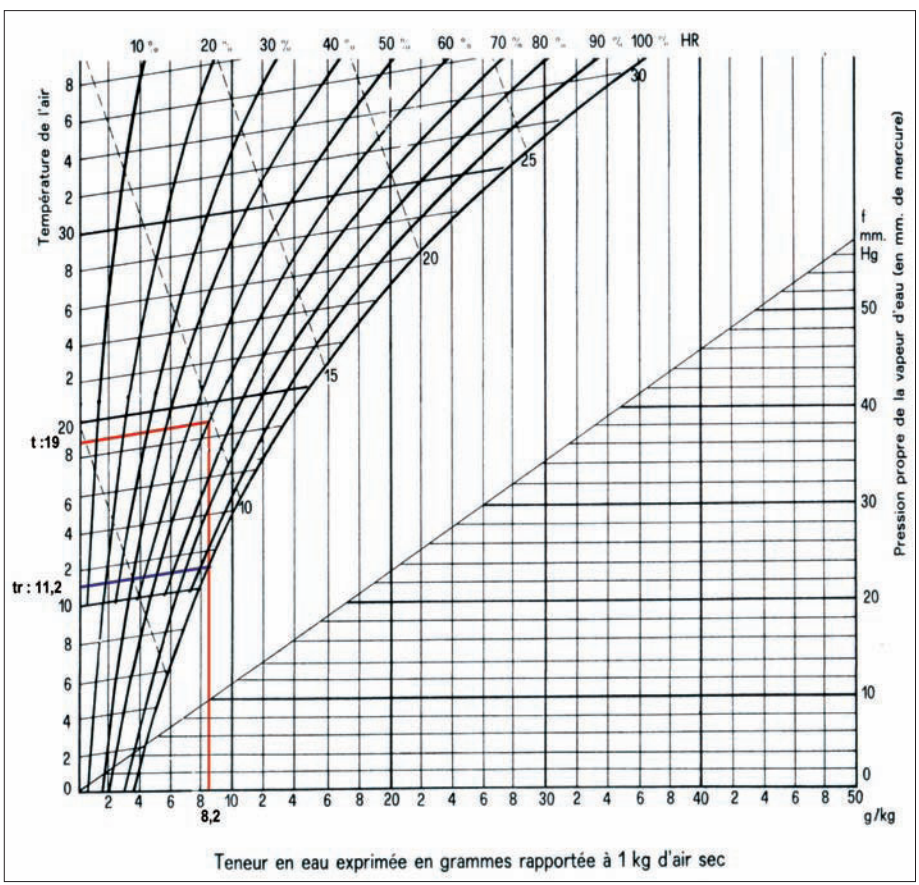
Le puits canadien

Le puits canadien consiste à faire passer une partie de l'air neuf de renouvellement par des tuyaux enterrés dans le sol, à une profondeur de l'ordre de 1 à 2 mètres avant qu'il ne pénètre dans la maison.

En été, le sol est à plus froid que la température extérieure. La température de l'air entrant dans le logement diminue par la fraîcheur du sol. La puissance du ventilateur d'aspiration de l'air est en fonction du pouvoir d'échange du système géothermique. Si le volume d'air est trop important l'air n'a pas le temps de se refroidir et le rafraîchissement de la maison sera moins efficace.

En hiver, le sol est plus chaud que la température extérieure. Le puits canadien permet de récupérer les calories du sol. Le tuyau échangeur à généralement un diamètre de 250 mm et une longueur d'au moins 20 mètres et est en PVC. Attention, la conception de ce dispositif doit être soignée. C'est une solution à prévoir à la construction, et il faut faire appel à un spécialiste pour bien dimensionner le puits (longueur et diamètre du conduit, profondeur, hygiène, gaz radon…).

Fig. 18,12
Diagramme de MOLLIER



Comment éviter la condensation dans les maisons à ossature bois, le frein-vapeur est-il indispensable ?

Pour éviter la condensation à la surface des parois, on agit sur la température de cette surface, donc sur la qualité de l'isolation thermique. Pour empêcher la condensation dans la masse des matériaux de la paroi, deux possibilités, on freine la migration de vapeur avec un frein-vapeur ou on « maîtrise » la migration de vapeur pour éviter cette condensation.

Condensation de surface

La condensation apparaît régulièrement dans les salles de bains et les cuisines. La VMC permet d'extraire rapidement l'humidité excédentaire. Dans les autres pièces comme le séjour et les chambres la condensation est évitée par l'isolation. Elle procure une température de surface des parois intérieures élevée.

Lorsque la condensation est de courte durée, elle ne présente pas de danger. Par contre, si la condensation perdure plusieurs semaines elle peut produire

des désordres importants, dégradation de l'aspect de la paroi, risque de développement de moisissures, décollement des revêtements, attaque du bois par des champignons lignivores...

Origine de la condensation de surface

Une masse d'air sec est susceptible d'absorber une certaine quantité d'eau sous forme de vapeur. Cette quantité d'eau vapeur est limitée à une valeur maximale qui est fonction de la température de l'air sec :

- à 0 °C, un air sec peut absorber 4,84 g d'eau par mètre cube d'air sec,
- à 20 °C, un air sec peut absorber 17,30 g d'eau par mètre cube d'air sec.

L'air est saturé lorsqu'il a absorbé une quantité maximale de vapeur. Pour les états intermédiaires, c'est-à-dire lorsque l'air absorbe une quantité d'eau inférieure à la quantité maximale possible à une température considérée, on parle d'humidité relative.

L'humidité relative exprimée en pourcentage est :

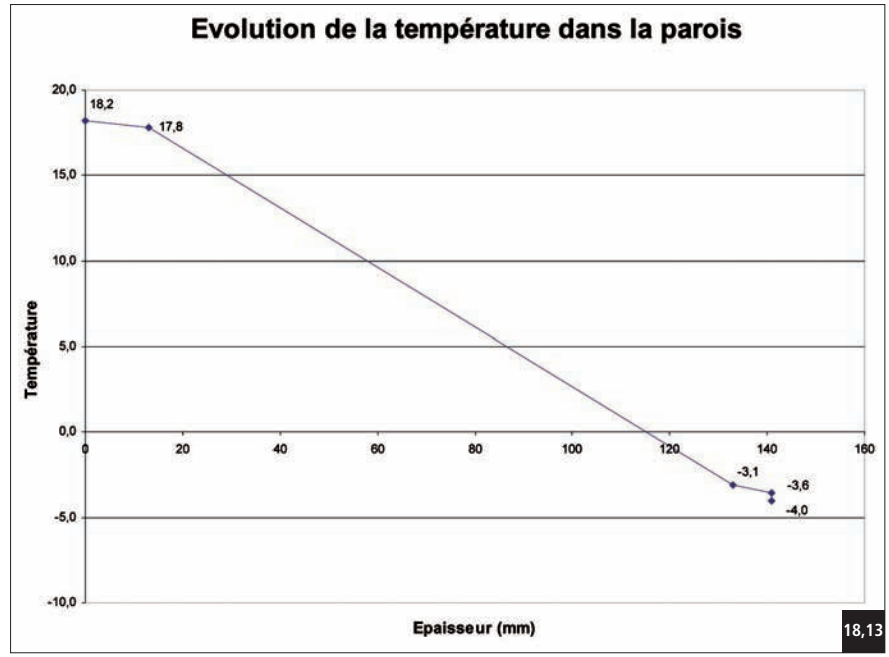
- HR=(Quantité d'eau réellement absorbée/Quantité d'eau absorbable au maximum à la température considérée) x 100.
- En présence d'air saturé : HR = 100 %.
- En présence d'air sec : HR = 0 %.

Plus la température de l'air est élevée, plus la quantité d'eau maximale absorbable est grande et inversement, plus l'air est froid, moins il peut absorber d'eau. La température à laquelle on arrive à saturation, en refroidissant la masse d'air humide, est appelée point de rosée et correspond alors à un risque de condensation.

Un exemple, à l'intérieur d'une maison, l'air de 19 °C à 60 % HR contiendra 8,2 g d'eau sous forme de vapeur par kg d'air sec. Pour une même quantité de vapeur d'eau, l'air sera saturé lorsque sa température atteindra 11,2 °C (cf. schéma 18,11). Si la température de la surface intérieure de la paroi descend à 11,2 °C (appelée température de rosée), de la condensation se formera.

Depuis l'obligation d'isolation des locaux chauffés, il ne se pose plus dans les bâtiments de problèmes de condensation de surface, la résistance thermique des parois et la ventilation des locaux sont généralement suffisantes.

En revanche, les ponts thermiques peuvent présenter des traces de condensation (linteaux, tableaux de fenêtre, coffres de volets roulants, raccords entre murs et dalle béton...) lorsqu'ils laissent passer beaucoup de chaleur à travers la liaison et donc que leur surface est froide. Les constructions à ossature bois ont des ponts thermiques très faibles en raison de la nature isolante du bois. C'est l'un des avantages très appréciés de ce type de construction. Les solutions techniques proposées par le CSTB proposent le maximum de points pour ce système constructif .



© Yves BENOIT

Fig 18,13
L'isolation des constructions permet d'éviter la condensation de surface. La température de la plaque de plâtre de cette maison à ossature bois est de 18,2 °C, soit largement au-dessus de la température de rosée qui est de 11,2 °C.

Condensation dans la masse des matériaux

La condensation dans la masse résulte de la migration de vapeur d'eau à travers la paroi. Elle dépend de la perméance de la paroi et des pressions de vapeur ambiantes.

La vapeur d'eau contenue dans une masse d'air humide est caractérisée par un autre paramètre physique, sa pression partielle. La pression de vapeur augmente avec la température et l'humidité relative de l'air. Lorsqu'elle a atteint sa pression maximale, il y a risque de condensation dans la masse du matériau. Cette pression maximale est appelée pression saturante. Il faut donc veiller que la pression de vapeur dans la paroi soit toujours inférieure à la pression saturante. Un exemple, à 19 °C la pression

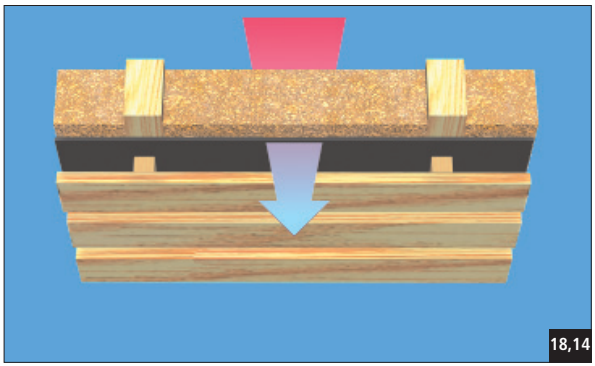
Perméance des principaux frein-vapeur et matériaux. (tab. 18,8)

MATÉRIAUX	ÉPAISSEURS (MM)	PERMÉANCE ($g/m^2.h.mmHg$) 0,001
Plaque de plâtre cartonnée	10	1000
Frein-vapeur courant	4 à 5	1
Feuille alu. ou cuivre	8/100	< 1
Carton biturné imprégné	0,5	5 à 10
Papier kraft	0,1	200
Papier métallisé	0,1	2
Polyéthylène	0,1	3
Peinture caoutchouc chloré trois couches	0,075	10
Feuille PVC ou rilsan	> 0,1	< 1
Complexe kraft polyéthylène	0,2	3

Perméabilité des principaux isolants et matériaux. (tab. 18,9)

MATÉRIAUX	PERMÉABILITÉ Π ($g/m^2.h.mmHg$) x 0,001
Air	90
Asphalte sablé	0,05
Béton cellulaire	10 à 20
Béton granulats légers	8 à 15
Béton plein de granulats lourds	3 à 4
Cellulose	60 - 90
Chanvre	45 - 90
Contreplaqué	0,7
Fibres minérales (laine de verre ou de roche)	35 à 70
Laine de mouton	45 - 90
Lin	3 - 60
Maçonnerie - Briques creuses	14 à 35
Mortiers d'enduits	3 à 8
Mousse de verre	0,01 à 0,05
Mousses phénoliques	30
Paille et roseau	45 - 90
Panneaux fibragglos	25
Plâtre	13
Plume de canard	50
Polyéruthanne (cellules fermées)	1 à 2
Polystyrène	60 - 90
Polystyrène expansé (masse volumique 15 kg/M^3)	2 à 3
Polystyrène expansé (masse volumique 20 kg/M^3)	1 à 2
Polyuréthane	0,9 - 3
Sapin	1
Styropor	0,9 - 3
Terre cuite	8
Vermiculite	0,9 - 4,5

saturante est de 16,6 mmHg (mm de mercure), à - 4 °C la pression saturante chute à 3,3 mmHg. Dans une maison, un air à une température de 19 °C et une HR de 60 %, la pression partielle sera de 0,6 x 16,6 soit 10 mmHg et à l'extérieur, un air à une température de - 4 °C et une HR de 80 %, la pression partielle sera de 0,8 x 3,3 soit 2,65 mmHg.



© Doerken France SAS

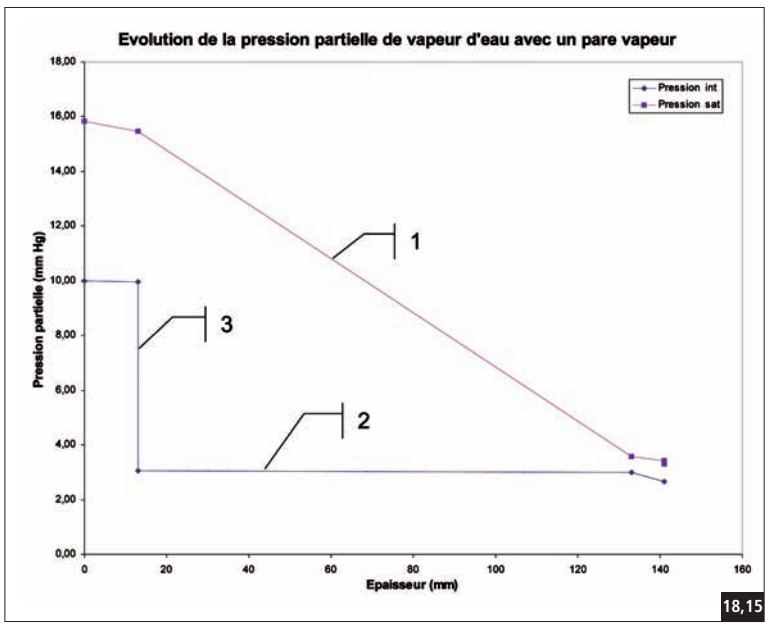
Lorsque deux masses d'air se trouvent à des températures et des humidités relatives différentes, leurs pressions partielles de vapeur d'eau sont différentes. Ces pressions partielles tendent à s'équilibrer par passage d'une certaine quantité de vapeur d'eau au travers de la paroi, toujours plus ou moins poreuse dans le sens de la pression la plus forte vers la pression la plus faible. Les tableaux 18,8 et 18,9 précise la porosité des matériaux. Elle est définie par leur perméabilité (équivalant à lambda en thermique) et par leur perméance lorsque les matériaux sont minces (équivalant à la conductance en thermique).

Plus l'air intérieur est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau et plus sa pression partielle est élevée. En hiver dans nos régions, il se produit une chute de pression partielle de la vapeur qui va de l'intérieur vers l'extérieur. Cette chute de pression est d'autant plus importante que les locaux sont chauffés et

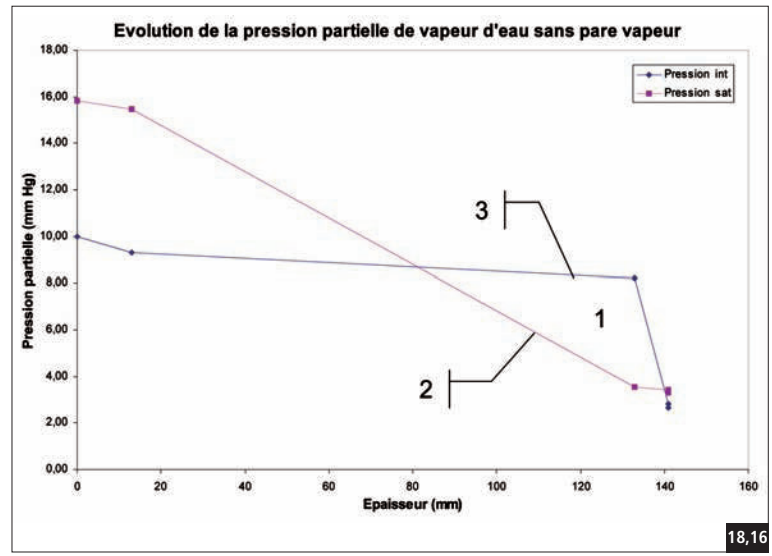
Fig 18,14
La vapeur d'eau migre de l'intérieur vers l'extérieur dans une paroi pendant la période de chauffage.

Fig. 18,15
Pour éviter tous risque de condensation, la pression partielle (1) doit rester inférieure à la pression saturante (2).
Le frein-vapeur fait chuter considérablement la pression partielle (3).
La paroi est à l'abri de la condensation dans la masse des matériaux.

Fig. 18,16
Cette paroi «traditionnelle» n'a pas de frein-vapeur.
La condensation sera dans la zone (1).
La courbe de la chute de pression (2) passe en dessous de la courbe de la pression saturante (3).



© Yves BENOIT



© Yves BENOIT

présentent une humidité relative élevée. À l'intérieur de la paroi, la température de l'isolant baisse à mesure que l'on se rapproche de l'extérieur. La vapeur en migrant dans la couche isolante risque de se condenser lorsque sa pression de vapeur partielle atteint la pression saturante.

Pour éviter la condensation dans la masse, la très large majorité des fabricants des maisons à ossature bois interposent un frein-vapeur (film pare-vapeur) entre le revêtement intérieur et l'isolant.

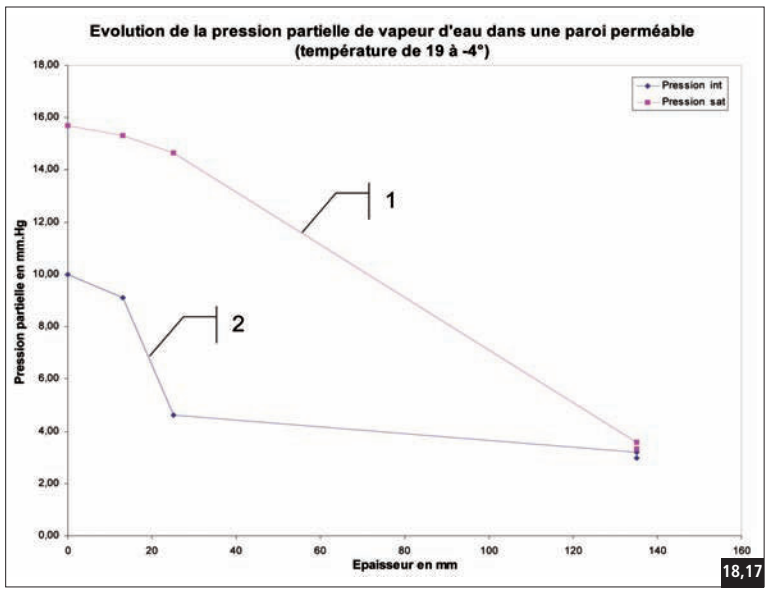
Méthode de calcul de l'évolution de la pression de vapeur dans une paroi. (tab.18,10)

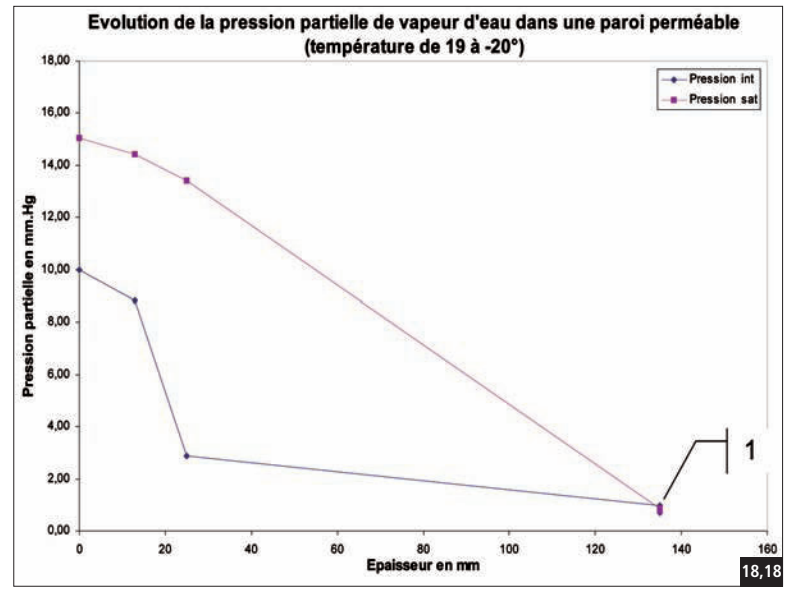
	1	2	3	4	5
	T°	Pression saturation	HR	T° rosée	Pression partielle
Intérieur	19	16,66	0,60	11,20	10,00
Extérieur	-4	3,31	0,80		2,65

Suppression de la condensation dans la masse avec un frein-vapeur

Le frein-vapeur est mis du côté de la face chaude du mur, à l'intérieur dans nos régions, afin que l'air chargé de vapeur d'eau ne puisse parvenir dans une zone où celle-ci risque de se condenser sous forme d'eau liquide, généralement dans l'isolant. La perméance maximale de la barrière frein-vapeur est fixée par le DTU 31.2 à 0,005 g/m².h. mm/Hg pour les parois ventilées et à 0,001 g/m².h. mm/Hg pour les parois non ventilées.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
DÉSIGNATION	EPAIS m	CUMUL EPAIS	λ w/m.°C	R m².°C/w	T° °C	π g/(m.h.mmHg)	R m².h.mmHg/g	PRESSION INTÉRIEURE	PRESSION SAT
					19,00			10,00	16,66
1/hi (intérieure)	0	0		0,11	18,21		0,00	10,00	15,84
BA 13	0,013	13	0,25	0,05	17,84	0,01	1,30	9,95	15,47
Pare-vapeur	0	13		0,00	17,83		200,00	3,07	15,47
Laine de roche	0,12	133	0,041	2,93	-3,09	0,06	2,00	3,00	3,56
OSB 9	0,008	141	0,12	0,07	-3,56		10,00	2,66	3,43
Pare pluie	0	141		0,00	-3,57		0,33	2,65	3,42
1/he (extérieure)	0	141		0,06	-4,00		0,00	2,65	3,31
	Total : 3,22				213,63				
	Flux de chaleur : 7,15				Flux de vapeur : 0,0344				





Les matériaux (papiers enduits de bitume ou non) dont sont équipés certains isolants fibreux ne peuvent être considérés comme freins-vapeurs efficaces car ils sont discontinus à chaque élément de l'ossature. La pose du frein-vapeur doit être très soignée pour assurée sa continuité, bande de recouvrement, collage à chaque liaison, traitement des percements…
Par ailleurs le frein-vapeur renforce la protection vis à vis du vent.

Le tableau 18,10 précise la méthode de calcul de l'évolution de la pression de vapeur dans une paroi.
1) Hypothèse de température en °C
2) Pression de saturation en mmHg : Lecture du diagramme de Mollier
3) Hypothèse d'humidité relative de l'air en décimal
4) Température de rosée en °C : Lecture du diagramme de Mollier
5) Pression partielle en mmHg : Pression de saturation x l'humidité relative de l'air
a) Épaisseur des parois en mètre
b) Cumul des épaisseurs en mm
c) λ en W/m.°C : Conductivité thermique du matériau
d) Résistance thermique des matériaux en m².°C/W : Epaisseur/Conductivité thermique
Flux de chaleur en W/m² : (Température intérieure – Température extérieure)/Somme des résistances thermiques des matériaux
e) Température, de l'intérieur vers l'extérieure en °C : Température de la paroi face intérieure – (Flux x Résistance la thermique de la paroi), exemple pour l'isolant, 17,83 – (7,15 x 2, 93) = –3,09 °C
f) π en g/(m.h.mmHg) : Perméabilité à la vapeur d'eau du matériau
g) Résistance à la diffusion de vapeur d'eau des matériaux en m².h.mmHg/g : Épaisseur/Perméabilité à la vapeur d'eau
Flux de vapeur d'eau en g/m².h : (Pression partielle intérieure – Pression partielle extérieure)/Somme des résistances à la diffusion de vapeur d'eau des matériaux
h) Pression partielle, de l'intérieur vers l'extérieure : Pression partielle de la paroi face intérieure –

Fig. 18,17
Pour éviter tous risque de condensation, la pression partielle (1) doit rester inférieure à la pression saturante (2). La perméance du pare-pluie est 15 fois plus faible que la perméance de la plaque de plâtre et de l'OSB. L'isolant doit être hygroscopique (donc perméable) pour absorber et rejeter l'humidité lors des variations climatiques. L'humidité sera évacuée par la lame d'air.

Fig. 18,18
Lorsque la température extérieure devient très basse (- 20 °C par exemple), la pression saturante diminue fortement.
Il risque de se former de la condensation dans la zone extérieure de l'isolant (1). Dès que la température remonte (- 4 °C, cf. schéma 18,16) la condensation cesse.
L'isolant doit pouvoir absorber et rejeter cette humidité sans perdre ses capacités isolantes. L'isolant doit être hygroscopique et perméable.

(Flux x Pression partielle de la paroi), exemple pour le pare-vapeur, 9,95 – (0,0344 x 200) = –3,07 mmHg
i) Pression de saturation : Lecture du diagramme de Mollier

Maîtrise de la condensation dans la masse avec une paroi perméable sans pare-vapeur.

Le DTU 31.2 précise dans le chapitre 8.4.1 règles générales « Lorsqu'il est prévu dans les documents du marché, le film frein-vapeur doit être placé du côté intérieur du local chauffé entre l'isolation et le revêtement intérieur. ». En théorie, le frein-vapeur n'est pas obligatoire. Mais en pratique les fabricants préfèrent ne pas prendre le risque d'une condensation temporaire dans les parois.

Une autre possibilité consiste à sélectionner des matériaux dont la perméabilité permet une migration de la vapeur sans condensation. Cette méthode est plus délicate à mettre en œuvre. Elle est rarement employée en France. L'expérience manque. Par contre elle est beaucoup plus utilisée en Allemagne. Les éléments de la paroi peuvent être regroupés en trois familles, la peau intérieure (la plaque de plâtre et l'OSB dans l'exemple), l'isolant (la plume de canard dans l'exemple) et la peau externe (le pare-pluie dans l'exemple). La perméance des éléments de la paroi est sélectionnée les uns par rapport aux autres afin que la courbe de la pression partielle de vapeur soit en dessous de la courbe de la pression saturante. Ce qui entre dans le mur en ressort sans qu'il soit nécessaire d'établir de barrières étanches avec un pare-vapeur. Il est primordial de respecter le différentiel de perméabilité à la vapeur d'eau entre la peau interne et la peau externe. Lorsque la température extérieure devient très basse (– 20 °C par exemple), la pression saturante diminue fortement. Il risque de se former de la condensation dans la zone extérieure de l'isolant. Dès que la température remonte (– 4 °C) la condensation cesse. L'isolant doit être hygroscopiques afin d'absorber sans dommage les surplus ponctuels de vapeur d'eau et de les restituer quand les conditions le permettent.

En quoi consiste le diagnostic de performance énergétique d'un bâtiment ?

Pour réussir la réhabilitation du parc, un des outils-clés est le diagnostic de performance énergétique. La performance énergétique d'un bâtiment est la quantité d'énergie effectivement consommée ou estimée dans le cadre d'une utilisation standardisée à partir de valeurs de référence. Le diagnostic doit être accompagné de recommandations visant à l'amélioration de la performance.

Lors de la construction ou de l'extension d'un bâtiment, le maître d'ouvrage doit établir le diagnostic qui est remis, au plus tard, le jour de la réception au propriétaire. En cas de vente ou de location d'un bâtiment, un certificat de performance énergétique doit également être effectué (dans ce dernier cas aux frais du bailleur). Le diagnostic n'a qu'une valeur informative. À la différence d'autres diagnostics, comme le diagnostic termites, l'acquéreur ou le locataire ne peut s'en prévaloir à l'encontre du propriétaire. Lorsque la vente ou la location porte sur un lot de copropriété, le diagnostic porte sur les parties privatives du lot. Le diagnostic de performance énergétique doit avoir été établi depuis moins de 10 ans. Par ailleurs, la récente loi de simplification du droit permet d'obtenir un document unique regroupant tous les diagnostics : termites, plomb, amiante, gaz, risques naturels et technologiques et performance énergétique.

Le diagnostic de performance énergétique est destiné à comparer et estimer la performance énergétique du logement. Il indique soit la quantité d'énergie effectivement consommée (sur la base de relevés de consommation d'énergie), soit la quantité d'énergie estimée pour une utilisation standardisée du bâtiment ou du logement. Suivant sa

performance énergétique, une étiquette énergie est attribuée au logement (ou au bâtiment) qui le situe dans une grille d'évaluation de référence. Une seconde étiquette indique les émissions de gaz à effet de serre. Ces étiquettes sont définies sur la base des consommations d'énergie estimées ou relevées.

Les textes officiels et les modèles de diagnostic de performance énergétique sont disponibles sur le site www.logement.gouv.fr/article.php3?id_article=5873.

Diagnostic pour les logements à chauffage individuel

Les consommations sont établies à partir d'un calcul conventionnel

Diagnostic de performance énergétique – logement (6.A)

N° : Valable jusqu'au : Type de bâtiment : Année de construction : Surface habitable : Adresse :	Date : Diagnostiqueur : Signature :
Propriétaire : Nom : Adresse :	**Propriét. des installations communes** (s'il y a lieu) : Nom : Adresse :

Consommations annuelles par énergie

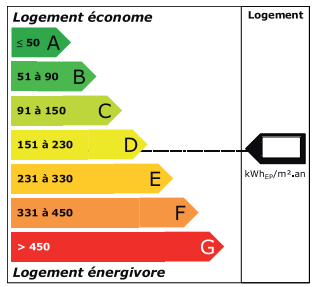
obtenus par la méthode ……., version ……., estimé à l'immeuble /au logement*, prix moyens des énergies indexés au

	Consommations en énergies finales	Consommations en énergie primaire	Frais annuels d'énergie
	détail par énergie et par usage en kWh_{EF}	détail par usage en kWh_{EP}	
Chauffage	kWh_{EF}	kWh_{EP}	€ TTC
Eau chaude sanitaire	kWh_{EF}	kWh_{EP}	€ TTC
Refroidissement	kWh_{EF}	kWh_{EP}	€ TTC
CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE POUR LES USAGES RECENSÉS	kWh_{EF}	kWh_{EP}	€ TTC

Consommations énergétiques
(en énergie primaire)
pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et le refroidissement

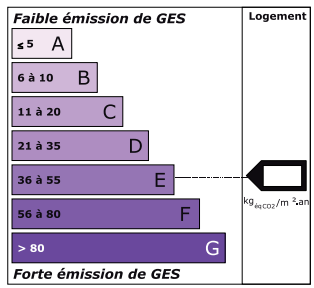
Consommation conventionnelle : $kWh_{EP}/m^2.an$

*sur la base d'estimations à l'immeuble / au logement**
*pour le logement / pour un logement représentatif**



Émissions de gaz à effet de serre (GES)
pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et le refroidissement

Estimation des émissions : $kg_{éqCO2}/m^2.an$



* raver la mention inutile

Fig. 18,19
Modèle de diagnostic de performance énergétique pour les logements à chauffage individuel.

19 Isolation phonique

Quelles précautions prendre pour respecter la NRA 2000 ?

La réglementation acoustique a évolué en 1994 et 1995. En outre, la normalisation européenne a imposé des nouvelles méthodes de calcul des indices d'évaluation de la qualité acoustique d'un bâtiment depuis l'an 2000 avec de nouvelles unités vis à vis des bruits aériens intérieurs (voix, télévision) ou extérieurs (circulation routière, avion, train), et les bruits de choc.
Par ailleurs, 12 fiches caractérisent des principes constructifs de maisons à ossature bois, murs extérieurs et intérieurs, planchers bas et intermédiaires, charpentes traditionnelles et industrielles. Elles précisent notamment les propriétés acoustiques de ces systèmes.

Terminologie

Pour définir ces exigences, les termes suivants sont utilisés :

Pression acoustique

La pression acoustique est mesurée en Pa (Pascal). La limite de perception (po = seuil d'audibilité) est de 2.10-5 Pa et le tympan de l'oreille est déchiré par une pression d'environ 20'000 Pa.

Indice d'affaiblissement acoustique

L'indice d'affaiblissement acoustique pondéré Rw d'éléments de construction et l'indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré R'w sont mesurés dans la gamme des fréquences de 100 à 5000 Hz. Ils sont exprimés en dB (décibel).

Niveau sonore

Ils sont exprimés en dB (décibel). o dB correspond au seuil d'audibilité et à120 dB (comme souvent dans les discothèques) la limite de la douleur est atteinte.

Niveau de pression du bruit de chocs normalisé

La transmission du bruit de chocs est mesurée dans la gamme des fréquences de 100 à 3150 Hz. Du fait que le son est produit directement dans le revêtement de sol ou dans la chape, il n'est pas possible de mesurer une différence de niveaux sonores. On donne alors en dB le niveau de pression pondéré du bruit de chocs normalisé Ln, w,r d'une dalle de référence avec revêtement.

Absorption acoustique

Le coefficient d'absorption αs donne la caractéristique d'absorption d'un matériau en fonction de la fréquence.

Résistance spécifique à l'écoulement de l'air

Résistance à l'écoulement de l'air de ce produit, exprimé en kPa.s/m^2.

Isolement acoustique standardisé pondéré vis à vis des bruits aériens de l'espace extérieur et du terme d'adaptation ctr.

Indice d'évaluation des bâtiments (in situ). Il est déterminé à partir de la formule « DnT,A,tr = DnT, w+ctr ». Il dépend du complexe constituant l'enveloppe du bâtiment et des conditions de montage. Il est calculé à partir de l'indice d'affaiblissement R (par bandes d'octaves) ou pondéré Rw. Pour un bruit

de trafic à l'émission cet indice d'affaiblissement acoustique est RA,tr = Rw+ctr. Ils sont mesurés en laboratoire.

Isolement acoustique standardisé pondéré au bruit aérien vis à vis des bruits intérieurs et du terme d'adaptation c.
Indice d'évaluation des bâtiments (in situ). Il est déterminé à partir de la formule « DnT,A = DnT,w+c ». Il dépend des parois constituant le bâtiment et des conditions de montage. Il est calculé à partir de l'indice d'affaiblissement R (par bandes d'octaves) ou pondéré Rw. Pour un bruit de trafic à l'émission cet indice d'affaiblissement acoustique est RA = Rw+c.

Bruit de choc standardisé L'n,T,w :
Indice d'évaluation des bâtiments (in situ). Bruit perçu dans une pièce(local réception) transmis par voie solidienne (par les structures) et généré par des bruits de choc, par exemple impact des pas sur le sol. Il dépend du produit ou système servant à l'atténuation du bruit d'impact et des conditions de montage. La source est une machine à choc normalisée ou l'activité normale menée au niveau du local d'émission. Les fabricants dans le cadre d'essais normalisés fournissent la valeur d'atténuation du produit ou du système proposé dans des conditions de laboratoire : Δ Lw.

Propriétés acoustiques

Les propriétés acoustiques doivent être examinées sous trois angles.

Isolement au bruit aérien procuré par des parois dont le rôle est de s'opposer à la transmission des ondes aériennes telles que la voix, le bruit des machines, le bruit des véhicules, etc.

Isolement au bruit d'impact caractérisant la réduction des bruits provoqués par la marche, le déplacement d'objets, les impacts de manière générale.

Isolement au bruit d'équipement : bruits provoqués par un équipement quelconque, ascenseurs, chaufferie, vide ordure, etc.

Isolement au bruit aérien
L'indice d'affaiblissement acoustique Rw (en dB) d'un ouvrage (mur, plancher...) caractérise la qualité acoustique ou, en d'autres termes, son aptitude à atténuer la transmission du bruit. Il est mesuré en laboratoire pour s'affranchir des transmissions du bruit par les parois latérales. Plus Rw est grand, meilleur est la performance.

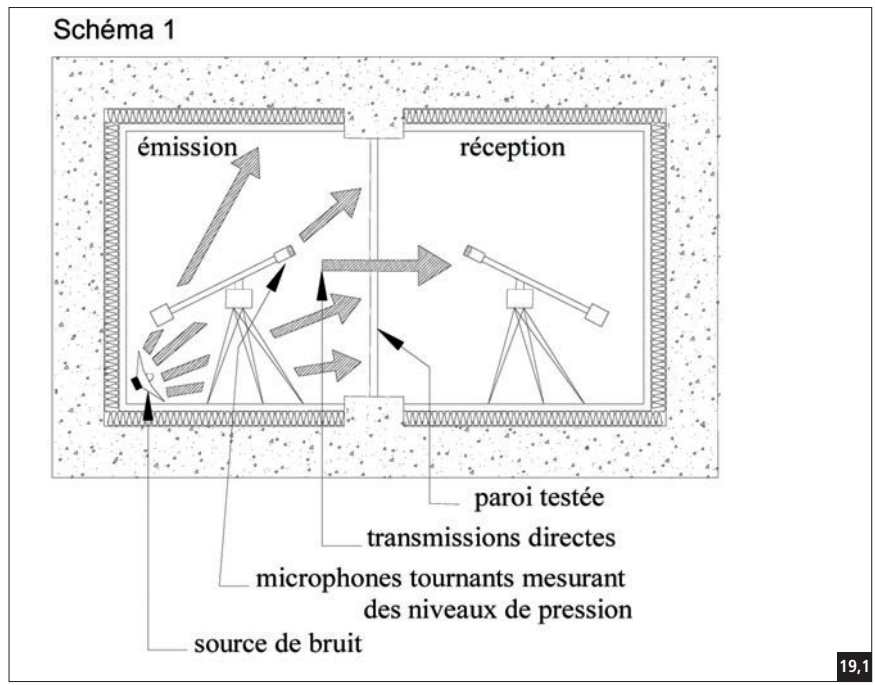


Fig. 19,1
Mesures en laboratoire d'indice d'affaiblissement accoustique

L'isolement acoustique normalisé entre deux locaux est une valeur définie dans un cadre réglementaire et qui correspond à l'atténuation de bruit effectivement ressenti par les occupants de logements voisins. (Dn,T,A) (en dB). Plus Dn,T,A est grand, meilleur est la performance.

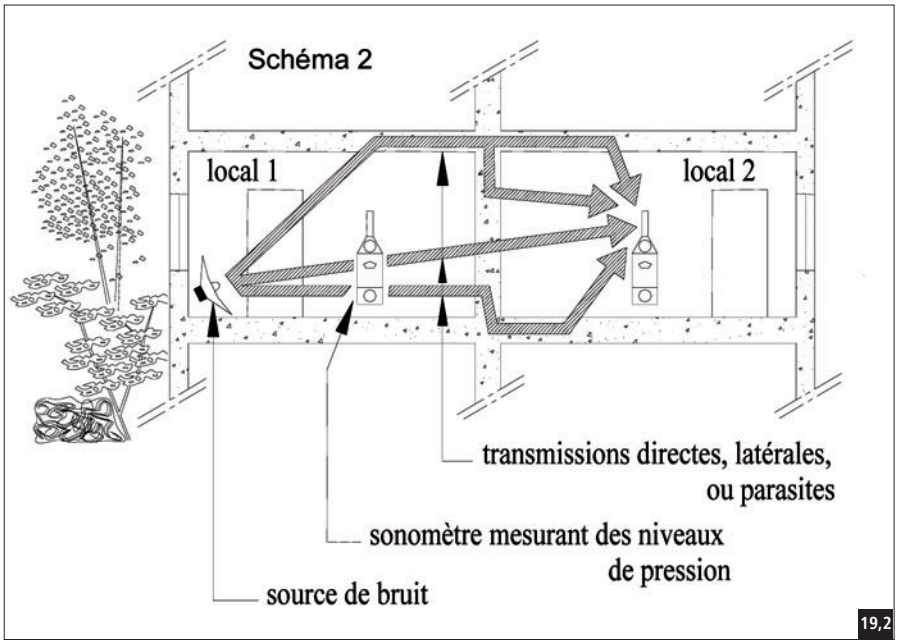


Fig. 19,2
Mesures in situ d'isolements acoustiques normalisés.

Isolement au bruit d'impact

En laboratoire l'isolement au bruit d'impact est déterminé par Ln,w (niveau de bruit de choc standardisé) ou par Δ Lw (affaiblissement au bruit d'impact) lorsqu'il s'agit de revêtement de sol ou de dalles flottantes ; chacun de ces indices est une caractéristique intrinsèque de l'ouvrage en dehors de toute transmission latérale.

In situ, on mesure le niveau de transmission de bruit d'impact L'n,T,w qui comme pour les bruits aériens représente une caractéristique globale d'une situation intégrant tous les chemins de transmission.

Les améliorations de la NRA et les changements de la Réglementation acoustique 2000.

Les tableaux 19,1, 19,2 et 19,3 rappellent les liens entre les anciens et les nouveaux indices européens

Le tableau 19,4 précise l'évolution des niveaux d'exigence en fonction du type de bruit

Le label QUALITEL Confort Acoustique

Ce label, délivré depuis 1986, regroupe les professionnels de la construction, les consommateurs et les pouvoirs publics. Il encourage la qualité dans le secteur de l'habitat neuf. Son action repose sur l'analyse

Indice d'évaluation des bâtiments (in situ). (tab. 19,1)

	BRUITS AÉRIENS			BRUITS CHOC	
	ANCIEN		NOUVEAU	ANCIEN	NOUVEAU
Indice	D_{nAT}		$D_{nT, A}$ $D_{nAT, A, tr}$	L_{nAT}	$L'_{nT, w}$
Équivalence	$D_{nAT, A}$ $D_{nAT, A, tr}$	≈ ≈	$D_{nT, A-1}$ D_{nAT}	pas d'équivalence	
Nom	isolement acoustique normalisé		isolement acoustique standardisé pondéré	Niveau de pression acoustique normalisé	Niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé
Unité	dB $(A)_{rose}$ dB $(A)_{route}$		dB	dB (A)	dB

Indice d'évaluation des produits en laboratoire. (tab. 19,2)

	BRUITS AÉRIENS		BRUITS CHOC	
	ANCIEN	NOUVEAU	ANCIEN	NOUVEAU
Indice	R_{rose} R_{route}	R_W, (C, Ctr) $R_A = R_W + C$ $R_{A, tr} = R_W + tr$	ΔL	ΔL_W
Équivalence	$R_A \approx$ $R_{A, tr} \approx$	R_{rose}-1 R_{route}	pas d'équivalence	
Nom	indice d'affaiblissement acoustique	isolement d'affaiblissement acoustique pondéré	Éfficacité aux bruits de choc	Réduction du niveau de bruit de choc pondéré
Unité	dB $(A)_{rose}$ dB $(A)_{route}$	dB	dB (A)	dB

Incidence de ces nouveaux indices européens sur la réglementation. (tab.19,3)

BRUITS AÉRIENS INTÉRIEURS	CIRCULATIONS COMMUNES	BRUITS DE CHOC	BRUITS D'ÉQUIPEMENT	BRUITS AÉRIENS EXTÉRIEURS
Exemple : entre deux pièces principales 54 dB (A) rose devient 53 dB	α_W, sans unité non modifié 1/4 de la surface au sol	65 dB (A) devient 58 dB	L_{nAT} en dB (A) non modifié Exemple : en pièce principale 30 dB (A)	30 dB $(A)_{route}$ reste 30 dB

et l'optimisation de la qualité technique des projets en phase de conception. Les orientations de Qualitel visent à maintenir les exigences du Label à des niveaux supérieurs à ceux de la réglementation, notamment vis-à-vis de la protection contre les bruits de choc. Il n'est pas obligatoire et concerne aussi bien les logements collectifs que les logements individuels.

La préparation d'une étude démarre dès l'avant-projet sommaire pour finir aux dossiers de marchés. Le Label Qualitel peut-être porteur d'avantage financier, notamment dans le cadre du Prêt 1 % Logement.

Solutions possibles

Le confort acoustique est avant tout un problème de conception. Il existe des règles élémentaires dont la plupart découlent du simple bon sens, disposition, implantation, distribution, homogénéité des performances des éléments...

Par ailleurs, 12 fiches caractérisent des principes constructifs de maisons à ossature bois, murs extérieurs et intérieurs, planchers bas et intermédiaires, charpentes traditionnelles et industrielles. Elles précisent notamment les propriétés acoustiques de ces systèmes.

Évolution des niveaux d'exigence. (tab. 19,4)

TYPE DE BRUITS	RÉGLEMENTATION DE 1969	RÉGLEMENTATION DE 1996	RA 2000	LABEL	LABEL CONFORT ACOUSTIQUE
Bruits aériens (bruits de voix, télévision, chaîne HI-FI, voiture dans garage	Atténuer le bruit de :	Atténuer le bruit de :	Atténuer le bruit de :	Atténuer le bruit de :	Atténuer le bruit de :
	51 dB(A) entre les pièces principales de 2 logements	54 dB(A) entre les pièces principales de 2 logements 51 dB(A) pour la cuisine et la salle d'eau	53 dB entre les pièces principales de 2 logements 50 dB pour la cuisine et la salle d'eau	53 dB entre les pièces principales de 2 logements 50 dB pour la cuisine et la salle d'eau	55 dB entre les pièces principales de 2 logements, en collectif 58 dB entre les pièces principales de 2 logements de maisons en bande 50 dB pour la cuisine et la salle d'eau
	41 dB(A) entre logements et parties communes	54 dB(A) entre logements et parties communes (ramené à 41 dB(A) si moins de 3 portes de séparation)	53 dB entre logements et parties communes (ramené à 40 dB si moins de 3 portes de séparation)	53 dB entre logements et parties communes (ramené à 40 dB si moins de 3 portes de séparation)	55 dB entre logements et parties communes (ramené à 45 dB si moins de 3 portes de séparation)
	56 dB(A) entre pièces principales des logements et parking 59 dB(A) entre pièces principales des logements et local d'activité	56 dB(A) entre pièces principales des logements et parking 59 dB(A) entre pièces principales des logements et local activité	55 dB entre pièces principales des logements et parking 58 dB entre pièces principales des logements et local activité	55 dB entre pièces principales des logements et parking 58 dB entre pièces principales des logements et local activité	55 dB entre pièces principales des logements et parking 58 dB entre pièces principales des logements et local activité
Transmission des bruits d'impacts (pas, chutes d'objets, mouvements de chaises)	Limiter le bruit à 70 dB(A)	Limiter le bruit à 65 dB(A) en 1996	Limiter le bruit à 58 dB	Limiter le bruit à 55 dB	Limiter le bruit à 52 dB
Bruits d'équipements provenant des logements voisins ou d'un équipement collectif (chauffage, ascenseurs)	Limiter le bruit à 35 dB(A)	Limiter le bruit à : 30 dB(A) pour les pièces principales 35 dB(A) pour les cuisines	Limiter le bruit à : 30 dB(A) 35 dB(A)	Limiter le bruit à : 30 dB(A) 35 dB(A)	Limiter le bruit à : 30 dB(A) 35 dB(A)

Implantation et disposition du bâtiment par rapport aux bruits extérieurs

Voici quelques possibilités.

- Implanter le bâtiment aussi loin que possible de la source de bruit.
- Utiliser les collines, mouvements de terrain ou la présence d'autres bâtiments pour établir un écran sonore (les arbres et les arbustes sont souvent totalement inefficaces).
- Placer les parties non critiques, telles que corridors, cuisines, salles de bain, espaces de service sur le côté exposé au bruit, et les parties critiques telles que les chambres ou salles de séjour sur le côté tranquille.
- Chaque fois que cela est possible, réduire le nombre de fenêtres sur le côté bruyant d'un bâtiment.
- L'utilisation de revêtements en matériaux lourds s'avère souvent favorable.

Ouvertures extérieures

Elles sont le point faible d'un mur extérieur. Leur efficacité se rapporte directement à l'étanchéité totale à l'air de leur construction, mais dépend également de la nature des matériaux utilisés. L'utilisation de fenêtres à étanchéité améliorée, avec vitrage isolant double, est indispensable pour satisfaire aux exigences d'isolation thermique et se révèle un élément extrêmement favorable pour l'amélioration de l'isolation acoustique. Le tableau 19,5 précise l'affaiblissement acoustique des menuiseries sous label Acotherm en fonction de la classe choisie. Les affaiblissements supérieurs à 40 dB peuvent être obtenus par des doubles fenêtres.

Suggestions pour la distribution intérieure

L'isolation acoustique entre les pièces d'un même logement sera inefficace s'il existe une circulation d'air entre les pièces pour le chauffage ou la VMC par exemple. Ces éléments doivent être pris en compte dès la conception si l'on recherche une isolation acoustique élevée. Par ailleurs, de nombreuses règles découlent du bon sens.

- Les **zones bruyantes,** salles de bains, escaliers, cuisines, entrées, seront groupées et salles de bains adossées.
- La **cloison commune** des salles de bains ou la cloison entre la salle de bains et la cuisine permet d'isoler les passages de canalisation des zones tranquilles.
- Les **aires de sommeil** et les **aires de séjour** sont séparées si possible par une paroi-cloison ou plancher, ayant des caractéristiques d'isolement acoustique renforcées.
- Les **placards muraux** peuvent être disposés de manière à agir comme écran insonorisant.
- Les **aires de sommeil** sont séparées si possible par une porte supplémentaire dans le couloir.

Affaiblissement acoustique des menuiseries sous label Acotherm. (tab. 19,5)

CLASSE AC	MENUISERIE SANS ENTRÉE D'AIR	MENUISERIE AVEC ENTRÉE D'AIR CERTIFIÉE SUR LA MENUISERIE		BLOC-BAIE SANS ENTRÉE D'AIR		BLOC BAIE AVEC ENTRÉE D'AIR CERTIFIÉE	
	RA, tr Mesuré	RA, tr Mesuré	RA, tr Calculé	RA, tr Mesuré	RA, tr Calculé	RA, tr Mesuré	RA, tr Calculé
AC1	28	26	27	28	29	26	27
Ac2	33	31	32	33	34	31	32
Ac3	36	34	35	36	37	34	35
Ac4	40	38	39	40	41	38	39

• La **distribution paysagée** nuit à l'isolation acoustique.
• Les **portes de distribution intérieure** sont généralement le point faible. Il n'y a que peu d'avantages à augmenter l'isolation d'une cloison si l'on n'augmente pas simultanément le niveau des performances de la porte qui y est intégrée. Il faut éviter les passages d'air directs. On peut améliorer cette situation en utilisant des portes de communication intérieure à âme pleine et en établissant un point élastique en fond de feuillure pour limiter les fuites d'air. Cette disposition est souvent d'une efficacité réduite si la porte doit être percée à sa partie inférieure pour permettre l'écoulement de l'air du système de chauffage ou de ventilation.

Isolement des murs et cloisons

Il y a lieu de distinguer deux conceptions, les écrans simples (monolithiques ou non) où le facteur fondamental d'isolement est la masse (murs de béton ou de maçonnerie) et les écrans doubles (reliés ou désolidarisés) où la masse intervient peu mais où les valeurs de l'espace séparant les deux parois et de l'absorption du vide intérieur sont déterminantes.
Dans l'un et l'autre cas, le manque d'étanchéité des écrans, notamment leur périphérie, a pour conséquence une diminution très sensible de leurs performances. La masse est un facteur fondamental, mais il faut tenir également compte de la fréquence critique et du facteur de pertes internes des matériaux utilisés. C'est ainsi que l'emploi d'une maçonnerie de masse relativement faible et de rigidité élevée peut se révéler décevante car la fréquence critique de la paroi se situe alors dans les zones de grande perceptibilité de l'oreille et la paroi, autour de sa fréquence critique, présente un fort rayonnement (effet de peau de tambour). Une couche de laine minérale, indispensable par ailleurs à la protection thermique, permet d'amortir le ressort constitué par l'air emprisonné dans la cavité. Par ailleurs, la fixation des parements sur des fourrures métalliques souples permet un léger gain de l'isolation acoustique, mais c'est surtout la technique de la double ossature qui permet d'obtenir une très haute isolation.
Si les cloisons de distribution intérieure doivent assurer une fonction porteuse, l'une des solutions consiste à réaliser des ouvrages à structure bois, habillés sur les deux faces par des plaques de parement en plâtre. Sur le plan acoustique, un entraxe des colombages de 0,60 m est plus favorable qu'un entraxe de 0,40 m car il limite les ponts phoniques, c'est à dire le passage du son à travers l'ossature.

Lorsque la fonction porteuse n'est pas recherchée, on peut s'orienter vers trois types de cloisons :
• Cloisons à parements en plaques de plâtre vissées sur ossature métallique : plus souple que le bois, cette ossature permet une amélioration des performances acoustiques, comme l'insertion de fibres minérales dans les cloisons creuses.
• Cloisons pleines en panneaux de particules.
• Cloisons à parements en plaques de plâtre sur réseau intérieur cartonné (type nid d'abeilles)

Les indices d'affaiblissement acoustique des types de cloisons les plus courants sont indiqués dans les fiches caractérisant les systèmes constructifs. L'emploi des cloisons en maçonnerie légère, surtout associées à des structures horizontales en béton, conduit à de moindres performances in situ du fait de l'important rayonnement de ces ouvrages.

Isolement des façades

S'il est relativement aisé de déterminer l'indice d'affaiblissement acoustique des façades aveugles, l'intégration d'ouvertures dans celles-ci modifie considérablement leurs performances. La règle sera de n'utiliser que des ensembles huisseries-portes et fenêtres présentant chacun un indice au moins équivalent à la performance globale désirée.

Isolement des toitures

Une toiture en tuiles mécaniques de terre cuite sur charpente bois présente un indice Rw (c ; ctr) d'environ 42 (-2 ; -7) dB par rapport aux bruits aériens extérieurs (40 dB) et intérieures (35 dB). Cette toiture est composée d'un plafond en plaques de plâtre et une isolation thermique de 200 mm en fibres minérales. Ces caractéristiques seront renforcées lorsque la couverture sera supportée par un panneau dérivé du bois. Les indices d'affaiblissement acoustique sont indiqués dans les fiches caractérisant les systèmes constructifs (annexes p. 296)

Transmission du son à travers les planchers

Pour obtenir une isolation acoustique performante, il faut une distance importante entre le plancher et le plafond et le vide entre solives sera garni d'un isolant fibreux absorbant (laine minérale). Une fixation semi-souple du plafond augmentera l'isolation (plafond suspendu, par exemple sur rail métallique). Les indices d'affaiblissement acoustique des types de planchers les plus courants sont indiqués dans les fiches caractérisant les systèmes constructifs (annexes p. 296).

À la transmission des bruits aériens vient s'ajouter, dans le cas des planchers, la transmission des bruits d'impact (bruit de pas, de chocs). Pour protéger les locaux sous-jacents ou situés en diagonale (à l'étage inférieur mais à coté du local sous-jacent), employez des revêtements de sol mous (moquette avec thibaude par exemple) ou flottant (parquets contrecollés par exemple). L'indice d'amélioration acoustique caractérisant l'efficacité des revêtements de sols donne une indication intéressante dans la prévision des performances à attendre du complexe plancher – plafond – revêtement.

Une méthode encore plus radicale consiste à utiliser un sol flottant : chape ou panneaux désolidarisés de la structure du plancher par l'interposition d'un matériau résilient (granulés de liège ou fibres minérales spécifiques à cet emploi). Les panneaux doivent être totalement désolidarisés de la périphérie : l'espace réservé aux variations dimensionnelles du plancher doit être occupé par un retour du matériau résilient sur le pourtour en pied des cloisons. De plus, les plinthes ne doivent pas toucher le revêtement du sol.

Remarques

Les exemples présentés ont des revêtements intérieurs à base de plâtre. Les résultats acoustiques sont sensiblement équivalents avec les panneaux dérivés du bois. Veillez à la parfaite étanchéité périphérique entre panneaux. Pour améliorer la performance, il est possible de réaliser une combinaison de ces deux matériaux, notamment lorsque le voile travaillant est à l'intérieur.

Les avis techniques des fabricants décrivent le mode de mise en œuvre à respecter ainsi que les performances exactes sous l'aspect thermique, acoustique et feu. Il existe d'autres types de cloisons dont les performances peuvent être différentes.

Les performances indiquées sur les schémas sont des indices d'affaiblissement acoustiques, c'est-à-dire la caractéristique des ouvrages testés. Les isolements normalisés produits sur chantier sont conditionnés par l'ensemble des parois des locaux et peuvent donc être fort éloignés de l'affaiblissement produit par l'une seulement de ces parois s'il y a des fuites par manque d'étanchéité des liaisons entre parois. Utilisez des joints de mousse et/ou des mastics d'étanchéité applicables au pistolet extrudeur.

Bouchez consciencieusement tous les joints dans les murs, calfeutrez l'espace autour des tuyaux et des conduits de toute nature, placez des semelles résilientes sous les appareils générateurs de bruits...

20 Divers

Quel entretien faut-il pour une maison à ossature bois ?

Une maison à ossature bois ne demande pas plus d'entretien qu'une maison maçonnée. Certains fabricants proposent des systèmes de finitions pour bardage en bois massif avec une durée de vie supérieure à dix ans. Leur entretien devient comparable voir moins exigeante que l'entretien de certains crépis ou enduits de façade par exemple

© Finnforest France

Fig 20,1
L'entretien d'une maison à ossature bois est similaire à une maison maçonnée.

L'entretien est à la charge du maître d'ouvrage après la réception de l'ouvrage. Il comporte des visites périodiques de surveillance au moins 1 fois par an.
L'entretien est décrit dans le tableau 20,1.

Quelle est la portée des normes, DTU et avis techniques dans l'établissement des marchés du bâtiment ?

Pour les marchés publics le décret du 7 mars 2001 confirme l'obligation d'appliquer les normes françaises homologuées dans les marchés passés par l'État, les collectivités territoriales et leurs établissements publics.
Selon les dispositions du Code des marchés publics, un Cahier des clauses techniques générales (CCTG) applicables aux marchés publics de travaux de bâtiment a été institué par décret. Dans l'attente de l'application des Eurocodes (règles européennes de dimensionnement des structures), il est principalement constitué par :

- les DTU cahiers des clauses techniques ;
- les DTU règles de calcul ;
- ainsi que leurs annexes, modificatifs, additifs ou errata.

Pour les marchés privés l'application des DTU, quels que soient leur statut et leur nature, résulte d'un accord passé entre le maître d'ouvrage et l'entrepreneur. Un DTU n'engage que les signataires d'un marché de travaux de bâtiments qui l'ont introduit comme une pièce du marché, lui donnant ainsi une valeur contractuelle.
Il est fréquent que les marchés fassent obligation de l'utilisation de la norme NF P 03-001 : Cahier des clauses administratives applicables aux travaux de bâtiment faisant l'objet d'un marché privé. Cette norme rend obligatoire l'application des normes françaises homologuées, des DTU cahiers des clauses

Entretien d'une maison à ossature bois. (tab. 20,1)

ÉLEMENTS	PÉRIODICITÉ	ENTRETIEN
	PARTIES EXTÉRIEURES	
Couverture	Annuel	Nettoyage et vérification des gouttières et chéneaux. Remplacement des éléments défectueux de couverture, gouttières, chéneaux ...
Conduits et descentes (EP et EV)	Annuel	Nettoyage des systèmes d'écoulement d'eau
Revêtement extérieur	Annuel	Contrôle des fixations, des joints et des orifices de lame d'air.
Menuiseries extérieures	Annuel	Lubrification des quincailleries et débouchage des trous d'évacuation des jets d'eau.
Grilles d'aérations	Annuel	Nettoyage et contrôle de l'aération
Finitions sur bois à l'extérieur	3 à 5 ans 2 à 3 ans	Contrôle et réfection éventuelle des peintures. Contrôle et renouvellement éventuelle des lasures.
	PARTIES PRIVATIVES INTÉRIEURES	
Revêtements de sol lavables des cuisines et salles de bain	Annuel	Vérification de l'étanchéité des revêtements de sol notamment à la jonction avec les murs.
Robinetterie et tuyauterie	Annuel	Contrôle de l'étanchéité
Ventilation mécanique contrôlée	Annuel	Vérification du bon fonctionnement, nettoyage des grilles.
	PARTIES COMMUNES INTÉRIEURES	
Zones de circulation		Contrôle de l'étanchéité des revêtements de sol.
Gaines, conduits et tuyauteries	Annuel	Contrôle de bon fonctionnement.

techniques et des DTU règles de calculs. Les documents concernant les travaux visés par ces marchés prennent caractère d'obligation contractuelle.
Par ailleurs, en dehors de toute obligation contractuelle ou réglementaire, le Code des assurances prévoit que « l'assuré est déchu de tout droit à garantie en cas d'inobservation inexcusable des règles de l'art, telles qu'elles sont définies par les réglementations en vigueur, les DTU ou les normes... » (article A.243.1).

Normalisation

La publication des normes françaises incombe à l'Association française de normalisation (Afnor). Les normes intéressant directement ou indirectement le bâtiment ne constituent qu'une faible partie de l'ensemble des normes françaises.

Les normes sont établies dans des commissions de normalisation qui rassemblent tous les acteurs économiques concernés. Les travaux de normalisation concernant les composants bois et leur emploi sont animées par le Bureau de normalisation du bois et de l'ameublement (BNBA).

Sur le plan européen, un effort d'harmonisation important est accompli au sein du Comité européen de normalisation (CEN). Le CTBA est acteur dans de nombreux comités techniques.

Les DTU - Documents techniques unifiés

Ces DTU sont essentiellement :

- des cahiers des charges qui précisent, pour chaque corps d'état, les conditions techniques que doivent

suivre l'entrepreneur et ses ouvriers pour le choix et la mise en œuvre des matériaux, afin de réaliser l'ouvrage ou les éléments d'ouvrages de façon satisfaisante ;

- des règles de calcul qui permettent de justifier le dimensionnement des éléments d'ouvrages en considération : d'une part de leur nature et de leur disposition, d'autre part des conditions de durabilité, d'exploitation, de confort, etc. imposées par le maître d'ouvrage.

Il existe aussi :

- des prescriptions diverses ayant valeur de cahier des charges se rapportant à une technique particulière ou à une nature spéciale d'ouvrage ;
- des cahiers des clauses spéciales, formulant les spécifications administratives ou technico-administratives propres à un corps d'état déterminé et définissant la frontière des obligations de ce dernier par rapport aux autres corps d'état ;
- des recommandations et mémentos qui attirent l'attention des auteurs de projets sur tel ou tel point technique très particulier.

Il faut rappeler que les DTU ne concernent que les ouvrages et matériaux traditionnels : tout ce qui est élément, produit ou ensemble nouveau relevait naguère de l'agrément CSTB (arrêté du 3 septembre 1958) puis de l'Avis Technique (arrêté du 2 décembre 1969), et relève maintenant de l'Agrément technique européen.

Les DTU ont dorénavant le statut de normes françaises.

Les avis techniques

La procédure facultative d'avis technique a été créée par un arrêté conjoint des ministères de l'Équipement et du Logement et du Développement industriel et scientifique, en date du 2 décembre 1969.

L'avis technique, demandé par le producteur, concerne les produits ou procédés qu'il fabrique ou commercialise pour lesquels les documents normatifs ou les règles de l'art ne fournissent pas d'éléments d'appréciation suffisants.

La commission qui le délivre (constituée de seize groupes spécialisés) associe les professions intéressées : maîtres d'ouvrage, architectes, bureaux d'études, fabricants, entrepreneurs, bureaux de contrôle. Le secrétariat en est assuré par le CSTB.

L'avis technique ne peut être demandé que pour des productions bien définies dans leur composition, leur structure, leur forme, dont la fabrication garantisse la permanence de leurs caractéristiques dans le cadre des divers emplois prévus. Ces emplois font l'objet d'une notice présentée par le demandeur et précisent les conditions de mise en œuvre.

L'avis technique doit rappeler les justifications qui l'ont motivé : calculs, essais techniques, expériences directes. Il peut comporter des réserves, notamment en ce qui concerne les conditions de mise en œuvre et de fabrication.

L'avis technique ne comporte aucune garantie de l'État, ni des organismes chargés de son élaboration et de sa publication.

Il ne dégage aucun utilisateur ou vendeur de leur responsabilité. Il n'a pas pour effet de conférer un droit exclusif à la production ou à la vente.

Compte tenu de l'évolution de la réglementation européenne et plus particulièrement du marquage CE, les procédures d'avis technique sont amenées à être remplacées au fur et à mesure de la publication des référentiels techniques européens, par des attestations de conformité qui relèvent soit de normes harmonisées, soit d'agréments techniques européens (ATE) accompagné d'un document d'application (voir Marquage CE).

Quelle est l'importance du marquage CE pour les produits de la construction ?

Dans le cadre de la construction bois, il est nécessaire de distinguer les composants et les bâtiments.

Les attestations de conformité des différents composants bois ou autre, sont pour la plupart définies par

des normes harmonisées, mais certains produits dits non traditionnels relèvent d'une procédure d'ATE (agrément technique européen) tel que les poutres en I, panneaux isolants de toiture, escalier en kit, ferrures et boîtiers métalliques...

Dans le cadre de bâtiment, le marquage CE ne s'applique que dans le cas de construction en kit, c'est à dire dans le cas où l'entreprise qui fabrique le système constructif ne le met pas en œuvre. Les constructions en bois en kits, relèvent donc d'une procédure d'ATE, conformément au guide ETAG 007 pour les constructions à ossatures bois, et ETAG 012 pour les constructions en bois empilés (en bois massif).

Par conséquent, sur le marché français, en plus des exigences réglementaires de performances (stabilité mécanique, acoustique, thermique, protection incendie), les constructions en kits devront répondrent aux exigences des guides ETAG, qui définissent les points suivants :

- Conditions d'exécution des kits
- Méthodes de vérification employées pour examiner l'exécution
- Méthodes d'évaluation employées pour évaluer l'exécution pour l'usage prévu
- Conditions présumées pour la conception et l'installation des kits dans les travaux

Le système de l'attestation de conformité des constructions bois en kits indiquée par la décision 1999/455/CE de la Commission est le système 1 (certification).

Le marquage CE pour les constructions à ossature bois en kits est rendu obligatoire à partir du 16 octobre 2004, et pour les construction en bois empilés à partir du 28 février 2005.
En France, l'organisme habilité à délivrer un ATE est le CSTB : Centre scientifique et technique du Bâtiment, et le CTBA est notifié pour l'évaluation de la conformité des constructions bois en kits.

Le marquage CE

Le marquage CE concerne la mise sur le marché européen des produits de construction qui doivent être conçus de telle sorte que les ouvrages dans lesquels ils sont incorporés puissent satisfaire aux exigences définies par la directive 89/106/CEE modifiée.
Pour être vendus en Europe, tous les produits de construction doivent obligatoirement être munis du marquage CE attestant de leur conformité aux spécifications techniques imposées par la directive. Toutefois, le marquage CE n'est possible que lorsque les spécifications techniques existent (normes européennes harmonisées et agréments techniques européens). L'industriel qui ne s'y conforme pas risque le retrait de ses produits du marché européen ; les dérives et les abus peuvent avoir des conséquences sur le plan pénal.
Dans le domaine des produits de construction, les exigences essentielles visent à garantir que les ouvrages auxquels ces produits sont intégrés, à condition que ces ouvrages soient convenablement conçus et construits , répondent à des prescriptions de sécurité, de résistance, de protection de l'environnement et d'économie d'énergie. Contrairement aux autres directives, les exigences essentielles portent sur les ouvrages et non sur les produits d'où le recours à des textes de transposition pour établir les spécifications techniques détaillées auxquelles les produits devront se conformer.
Le marquage CE constitue le signe visible que les produits qui en sont revêtus ont le droit d'être librement mis sur le marché dans l'ensemble des pays de la Communauté.
Il constitue l'attestation, sous la responsabilité du fabricant ou de son représentant, de la conformité d'un produit à l'ensemble des dispositions de la (des) directive(s) qui le concerne(nt). Il est destiné en

priorité aux autorités de contrôle des États membres. Il est apposé dans tous les cas par le fabricant ou son représentant et garantit au consommateur la conformité du produit aux exigences essentielles de sécurité définies dans la directive concernée.

Attention : Le marquage CE est obligatoire en vertu de la réglementation. Ce n'est donc pas une marque ou un « label de qualité » qui relève d'une démarche volontaire.

Historique

La directive 89/106/CEE du 21 décembre 1988 est entrée en vigueur le 27 juin 1991. Son application est obligatoire et fixée par familles de produits et par arrêtés.
Elle a été modifiée par la directive 93/68/CEE du 22 juillet 1993 article 4. La décision de la Commission 97/571/CE du 22 juillet 1997 est relative au modèle général d'agrément technique européen pour les produits de construction. Le texte français de transposition de cette directive est le décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.
Le décret n° 95-1051 du 20 septembre 1995 modifie le décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.

Produits concernés

Tout produit fabriqué en vue d'être incorporé, assemblé, utilisé ou installé de façon durable dans des ouvrages de construction tant dans le domaine du bâtiment que dans celui du génie civil, dès lors qu'il peut avoir une incidence sur la sécurité, la santé, l'environnement ou l'isolation thermique et acoustique.

© CTBA

Fig. 20,2
Une très grande majorité des composants d'un bâtiment est concernée par le marquage CE.

Sont exclus de cette directive les produits ayant une très faible incidence sur la santé et sur la sécurité (la liste de ces produits est établie par décision communautaire et publiée au Journal officiel de la République française).

Norme européenne harmonisée

Dans le cas de la « Nouvelle Approche », une EN harmonisée est une norme européenne ou une partie de norme européenne qui traduit les exigences essentielles des directives sous forme de spécifications techniques. Cette partie de la norme constitue en quelque sorte un cahier des charges qui indique au fabricant comment faire pour apposer le marquage CE sur son produit.
Un produit peut être couvert par plusieurs normes harmonisées (essai, caractérisation…).
Celles-ci font l'objet d'une publication au Journal officiel des Communautés européennes (JOCE) et au Journal officiel de la République française (JORF).
Les documents de référence sont identifiés sous l'appellation NF EN ###.

Attention : pour la directive Produits de Construction et contrairement aux autres directives « Nouvelle Approche », la conformité aux normes harmonisées, ou par défaut aux agréments techniques européens, est la seule voie possible pour faire la preuve du respect du produit aux exigences de la directive. Le marquage CE ne peut donc exister que s'il existe une norme harmonisée ou un agrément technique européen s'appliquant au produit.

Agrément technique européen (ATE)

L'agrément technique européen est une spécification technique alternative aux normes harmonisées qui existe pour des produits considérés comme non traditionnels et non couverts par une norme.

Sa durée de validité est de cinq ans renouvelables. C'est en quelque sorte l'équivalent européen de l'avis technique français, mais hors évaluation de la mise en œuvre. C'est pourquoi, en France, cette procédure devra être complétée par un document d'application.

L'agrément technique européen ne traite pas de la réalisation des ouvrages (conception, traitement des interfaces entre parties d'ouvrage, mise en oeuvre des produits, maintenance de l'ouvrage…), il est donc nécessaire de le compléter par un document d'application, formulé à la demande de l'industriel, pour informer les acteurs de la construction sur les conditions d'utilisation et de mise en œuvre des produits concernés.

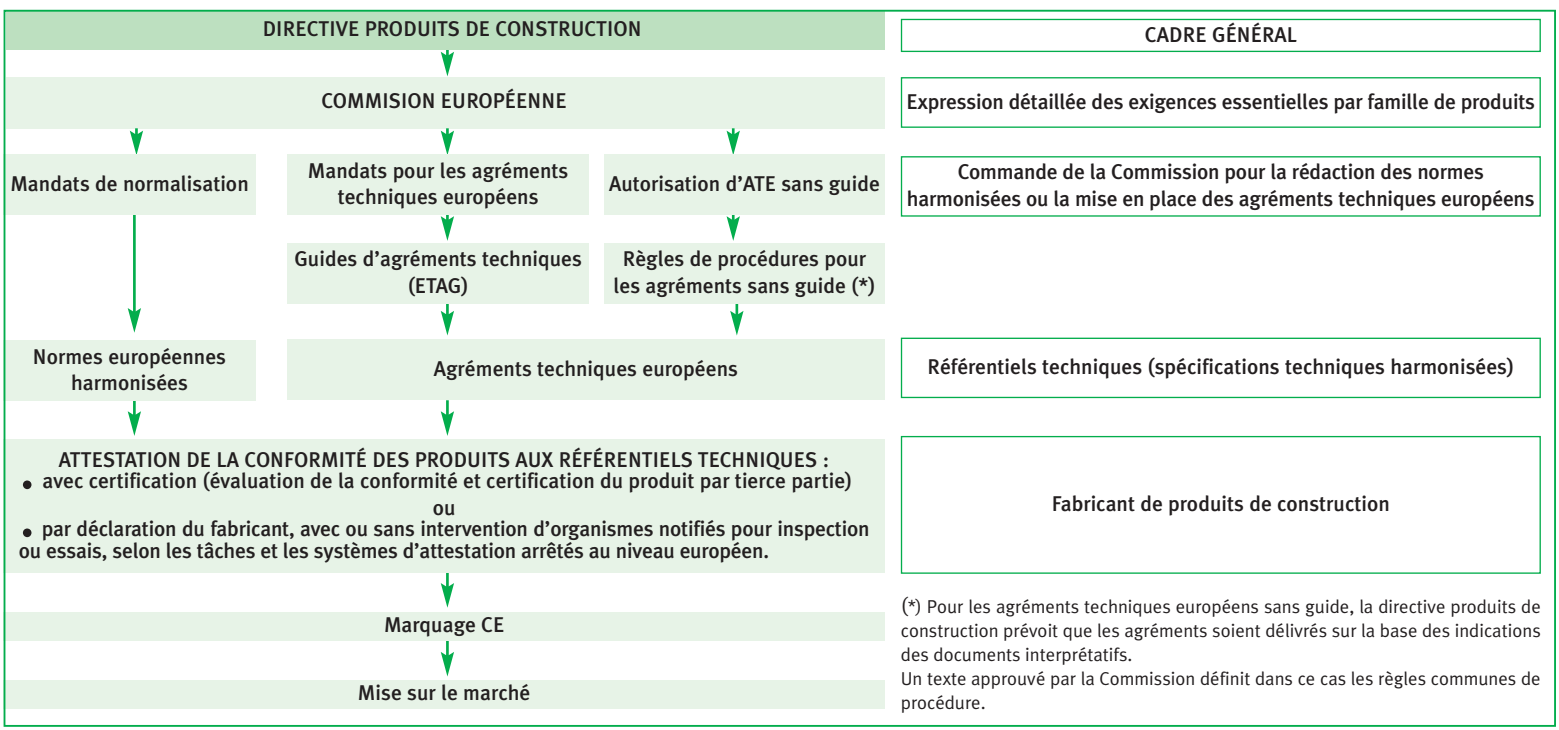
À l'instar de l'avis technique, le document d'application est délivré par la Commission chargée de formuler les avis techniques et instruit par les groupes spécialisés correspondants, au regard de l'agrément technique européen.

Les documents de référence sont identifiés sous l'appellation ETAG ### *(Guideline for European Technical Approval).*

Critères de conformité

Pour bénéficier du marquage CE, les produits de construction visés par cette directive doivent être conformes aux règles de l'art prévalant en matière de sécurité.

Ainsi, le fabricant doit-il avoir recours aux normes harmonisées ou aux agréments techniques européens.



Relation entre les obligations de la directive et celles des fabricants :
Les produits de construction marqués CE sont présumés aptes à l'usage, s'ils sont conformes aux spécifications techniques élaborées en appui de la directive.

Celle-ci comporte un certain nombre d'exigences relatives à la conception et à la construction des ouvrages :
- résistance mécanique et stabilité,
- sécurité en cas d'incendie,
- hygiène, santé et environnement,
- sécurité d'utilisation,
- protection contre le bruit,
- économie d'énergie et isolation thermique.

Organismes notifiés

Les seuls organismes tierce partie autorisés à intervenir dans l'évaluation de la conformité des produits aux spécifications techniques harmonisées sont les organismes notifiés.

Ils sont habilités par les autorités administratives dans chacun des États membres où ils sont implantés. C'est à l'État que revient de vérifier que les organismes qu'il désigne répondent bien aux critères de base définis dans la directive ou ses documents indicatifs d'accompagnement.

Dans le cadre de la directive « Produits de Construction », ces organismes peuvent être :
- des laboratoires d'essai (système 3),
- des organismes certificateurs de produits (systèmes 1 + à 3),
- des organismes d'inspection (systèmes 1 + à 2).

Les organismes habilités font l'objet d'une communication officielle (notification) à la Commission européenne qui leur attribue un numéro d'identification qui devra figurer à côté du marquage CE. La liste des organismes notifiés est publiée au Journal officiel des Communautés européennes. Elle est disponible auprès du ministère de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer, à la direction des affaires économiques et internationales (DAEI).

Attention : Le champ d'intervention d'un organisme notifié est spécifique et correspond à un couple famille de produit/niveau d'attestation de conformité (par exemple ***à certaines tâches pour une famille de produits définie).***

Procédure d'obtention du marquage

Méthodes de contrôle

Pour l'attestation de la conformité d'un produit aux spécifications techniques, on utilise selon le cas les méthodes de contrôle de la conformité suivantes :
- essais de type initiaux du produit par le fabricant ou un organisme notifié ;
- essais d'échantillons prélevés dans l'usine par le fabricant ou un organisme notifié ;
- essais par sondage d'échantillons prélevés dans l'usine, sur le marché ou sur chantier par le fabricant ou un organisme notifié ;
- essais d'échantillons prélevés sur un lot prêt à être livré par le fabricant ou un organisme notifié ;
- contrôle de la production en usine (FPC) ;
- inspection initiale de l'usine et du contrôle de la production en usine par un organisme notifié ;
- surveillance, évaluation et appréciation permanentes du contrôle de la production en usine par un organisme notifié.

La déclaration de conformité

Le fabricant fait établir par l'organisme notifié un certificat de conformité CE (si nécessaire) ou établit lui-même une déclaration de conformité CE. Le certificat et la déclaration de conformité sont présentés dans la (ou les) langue(s) officielle(s) de l'État membre dans lequel le produit est destiné à être utilisé.

Apposer le marquage CE

C'est le fabricant ou son mandataire qui appose le marquage CE sur le produit conforme, de manière distincte, lisible et indélébile.

Pour les produits de construction, le marquage CE est accompagné des informations qui permettent de concevoir un ouvrage répondant aux exigences essentielles de la directive.

Les systèmes d'attestation de conformité sont fixés au niveau européen famille de produits par famille de produits.

Le tableau 20,2 indique les systèmes d'attestation de conformité et les responsabilité des tâches à réaliser par le fabricant et par l'organisme notifié.

Systèmes d'attestation de conformité et responsabilité des tâches à réaliser. (tab. 20,2)

Systèmes d'attestation de conformité		Évaluation du produit		Contrôle de la production en usine (FPC)	Évaluation du contrôle de la production en usine	
		Essai de type initial	Essai sur échantillon par sondage		Inspection initiale	Surveillance continue
Système certificatif	1+	Organisme notifié	Organisme notifié	Fabricant	Organisme notifié	Organisme notifié
	1	Organisme notifié	Fabricant	Fabricant	Organisme notifié	Organisme notifié
	2+	Fabricant	Fabricant	Fabricant	Organisme notifié	Organisme notifié
	2	Fabricant		Fabricant	Organisme notifié	Éventuel organisme notifié
Système déclaratif	3	Organisme notifié		Fabricant		
	4	Fabricant		Fabricant		

Fiches caractéristiques de principes constructifs

Murs extérieurs 296
Murs intérieurs 300
Planchers bas 302
Planchers intermédiaires 304
Toitures inclinés 306

Évaluation de la conformité d'une maison individuelle à la réglementation thermique 2005

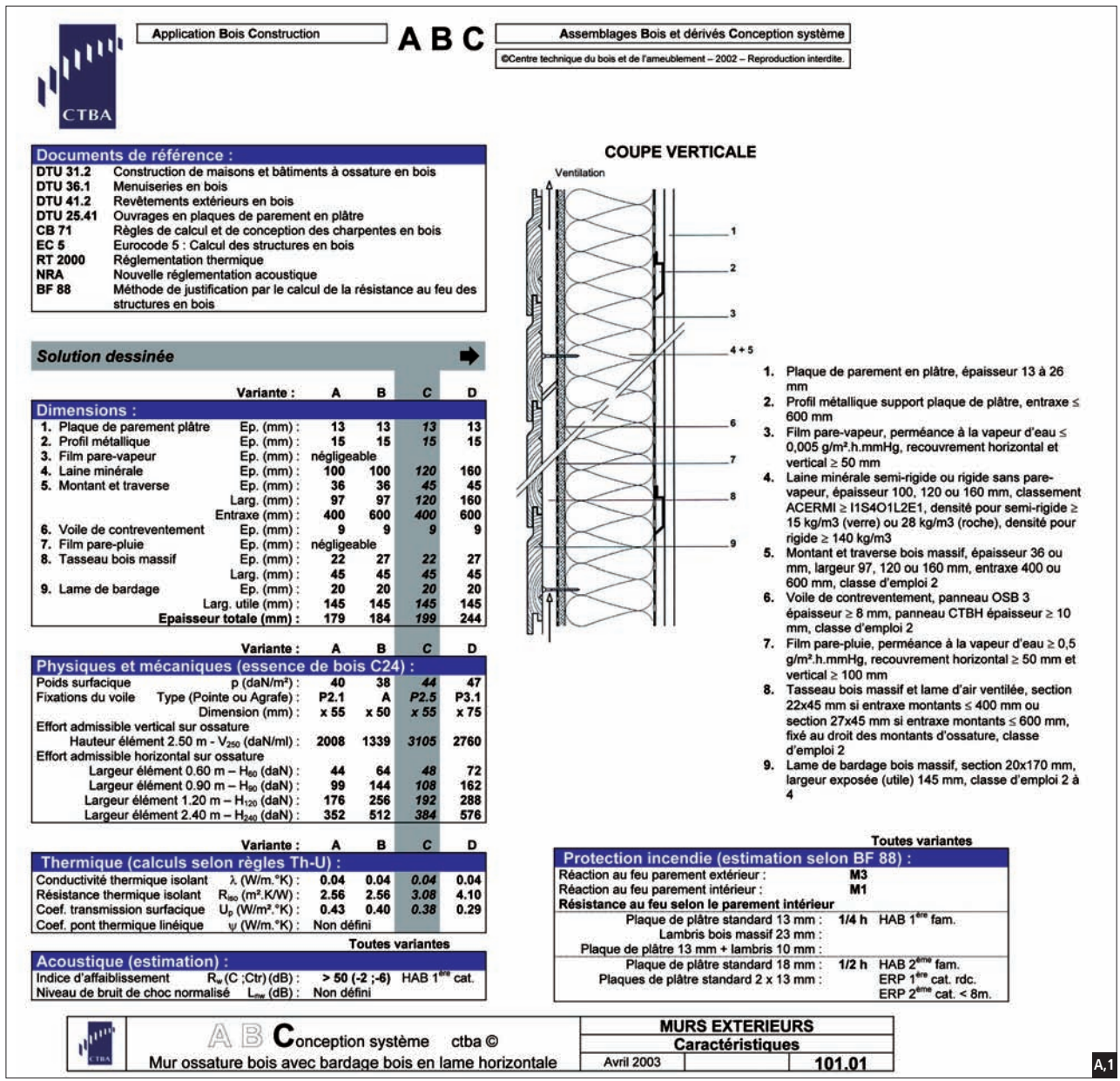
Fiche vierge 308

Les annexes

© Atlanbois

Fiches caractéristiques de principes constructifs

Murs extérieurs



Application Bois Construction — **A B C** — Assemblages Bois et dérivés Conception système

©Centre technique du bois et de l'ameublement – 2002 – Reproduction interdite.

CTBA

Documents de référence :

DTU 31.2	Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois
DTU 36.1	Menuiseries en bois
DTU 41.2	Revêtements extérieurs en bois
DTU 25.41	Ouvrages en plaques de parement en plâtre
CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
EC 5	Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
RT 2000	Réglementation thermique
NRA	Nouvelle réglementation acoustique
BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois

Solution dessinée ➡

Variante :		A	B	C	D
Dimensions :					
1. Plaque de parement plâtre	Ep. (mm) :	13	13	*13*	13
2. Profil métallique	Ep. (mm) :	15	15	*15*	15
3. Film pare-vapeur	Ep. (mm) :	négligeable			
4. Laine minérale	Ep. (mm) :	100	100	*120*	160
5. Montant et traverse	Ep. (mm) :	36	36	*45*	45
	Larg. (mm) :	97	97	*120*	160
	Entraxe (mm) :	400	600	*400*	600
6. Voile de contreventement	Ep. (mm) :	9	9	*9*	9
7. Film pare-pluie	Ep. (mm) :	négligeable			
8. Tasseau bois massif	Ep. (mm) :	22	27	*22*	27
	Larg. (mm) :	45	45	*45*	45
9. Lame de bardage	Ep. (mm) :	20	20	*20*	20
	Larg. utile (mm) :	145	145	*145*	145
	Epaisseur totale (mm) :	179	184	*199*	244

Variante :		A	B	C	D
Physiques et mécaniques (essence de bois C24) :					
Poids surfacique	p (daN/m²) :	40	38	*44*	47
Fixations du voile	Type (Pointe ou Agrafe) :	P2.1	A	*P2.5*	P3.1
	Dimension (mm) :	x 55	x 50	*x 55*	x 75
Effort admissible vertical sur ossature					
Hauteur élément 2.50 m - V_{250} (daN/ml) :		2008	1339	*3105*	2760
Effort admissible horizontal sur ossature					
Largeur élément 0.60 m – H_{60} (daN) :		44	64	*48*	72
Largeur élément 0.90 m – H_{90} (daN) :		99	144	*108*	162
Largeur élément 1.20 m – H_{120} (daN) :		176	256	*192*	288
Largeur élément 2.40 m – H_{240} (daN) :		352	512	*384*	576

Variante :		A	B	C	D
Thermique (calculs selon règles Th-U) :					
Conductivité thermique isolant	λ (W/m.°K) :	0.04	0.04	*0.04*	0.04
Résistance thermique isolant	R_{iso} (m².K/W) :	2.56	2.56	*3.08*	4.10
Coef. transmission surfacique	U_p (W/m².°K) :	0.43	0.40	*0.38*	0.29
Coef. pont thermique linéique	ψ (W/m.°K) :	Non défini			

Toutes variantes

Acoustique (estimation) :		
Indice d'affaiblissement	R_w (C ;Ctr) (dB) :	**> 50 (-2 ;-6)** HAB 1ère cat.
Niveau de bruit de choc normalisé	L_{nw} (dB) :	Non défini

COUPE VERTICALE

1. Plaque de parement en plâtre, épaisseur 13 à 26 mm
2. Profil métallique support plaque de plâtre, entraxe ≤ 600 mm
3. Film pare-vapeur, perméance à la vapeur d'eau ≤ 0,005 g/m².h.mmHg, recouvrement horizontal et vertical ≥ 50 mm
4. Laine minérale semi-rigide ou rigide sans pare-vapeur, épaisseur 100, 120 ou 160 mm, classement ACERMI ≥ I1S4O1L2E1, densité pour semi-rigide ≥ 15 kg/m3 (verre) ou 28 kg/m3 (roche), densité pour rigide ≥ 140 kg/m3
5. Montant et traverse bois massif, épaisseur 36 ou mm, largeur 97, 120 ou 160 mm, entraxe 400 ou 600 mm, classe d'emploi 2
6. Voile de contreventement, panneau OSB 3 épaisseur ≥ 8 mm, panneau CTBH épaisseur ≥ 10 mm, classe d'emploi 2
7. Film pare-pluie, perméance à la vapeur d'eau ≥ 0,5 g/m².h.mmHg, recouvrement horizontal ≥ 50 mm et vertical ≥ 100 mm
8. Tasseau bois massif et lame d'air ventilée, section 22x45 mm si entraxe montants ≤ 400 mm ou section 27x45 mm si entraxe montants ≤ 600 mm, fixé au droit des montants d'ossature, classe d'emploi 2
9. Lame de bardage bois massif, section 20x170 mm, largeur exposée (utile) 145 mm, classe d'emploi 2 à 4

Toutes variantes

Protection incendie (estimation selon BF 88) :		
Réaction au feu parement extérieur :	**M3**	
Réaction au feu parement intérieur :	**M1**	
Résistance au feu selon le parement intérieur		
Plaque de plâtre standard 13 mm :	**1/4 h**	HAB 1ère fam.
Lambris bois massif 23 mm :		
Plaque de plâtre 13 mm + lambris 10 mm :		
Plaque de plâtre standard 18 mm :	**1/2 h**	HAB 2ème fam.
Plaques de plâtre standard 2 x 13 mm :		ERP 1ère cat. rdc.
		ERP 2ème cat. < 8m.

CTBA — A B **C**onception système ctba © — Mur ossature bois avec bardage bois en lame horizontale

MURS EXTERIEURS
Caractéristiques
Avril 2003 — **101.01**

A,1

© CTBA

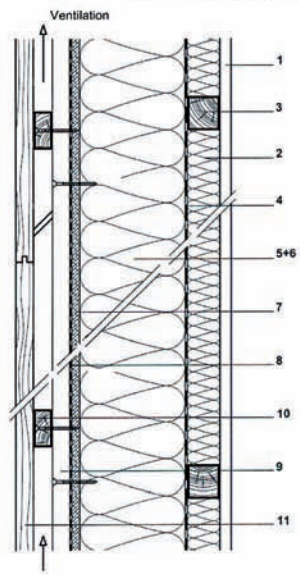
Fig. A,1
Mur ossature bois à isolation répartie avec bardage bois en lame horizontale.

Application Bois Construction **A B C** Assemblages Bois et dérivés Conception système

©Centre technique du bois et de l'ameublement – 2002 – Reproduction interdite.

Documents de référence :	
DTU 31.2	Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois
DTU 36.1	Menuiseries en bois
DTU 41.2	Revêtements extérieurs en bois
DTU 25.41	Ouvrages en plaques de parement en plâtre
CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
EC 5	Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
RT 2000	Réglementation thermique
NRA	Nouvelle réglementation acoustique
BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois

COUPE VERTICALE



1. Plaque de parement en plâtre, épaisseur 13 à 26 mm
2. Laine minérale rigide sans pare-vapeur, épaisseur 40 mm, classement ACERMI ≥ I1S4O2L2E1, densité ≥ 140 kg/m3
3. Tasseau bois massif, section 40x40 mm, entraxe 600 mm, classe d'emploi 2
4. Film pare-vapeur, perméance à la vapeur d'eau ≤ 0,005 g/m².h.mmHg, recouvrement horizontal et vertical ≥ 50 mm
5. Laine minérale semi-rigide ou rigide sans pare-vapeur, épaisseur 100, 120 ou 160 mm, classement ACERMI ≥ I1S4O1L2E1, densité pour semi-rigide ≥ 15 kg/m3 (verre) ou 28 kg/m3 (roche), densité pour rigide ≥ 140 kg/m3
6. Montant et traverse bois massif, épaisseur 36 ou mm, largeur 97, 120 ou 160 mm, entraxe 400 ou 600 mm, classe d'emploi 2
7. Voile de contreventement, panneau OSB 3 épaisseur ≥ 8 mm, panneau CTBH épaisseur ≥ 10 mm, classe d'emploi 2
8. Film pare-pluie, perméance à la vapeur d'eau ≥ 0,5 g/m².h.mmHg, recouvrement horizontal ≥ 50 mm et vertical ≥ 100 mm
9. Tasseau verticale bois massif et lame d'air ventilée, section 22x45 mm si entraxe montants ≤ 400 mm ou section 27x45 mm si entraxe montants ≤ 600 mm, fixé au droit des montants d'ossature, classe d'emploi 2
10. Tasseau horizontal bois massif, section 22x45 mm si entraxe montants et tasseaux ≤ 400 mm ou section 27x45 mm si entraxe montants et tasseaux ≤ 600 mm, classe d'emploi 2
11. Lame de bardage bois massif, section 20x170 mm, largeur exposée (utile) 145 mm, classe d'emploi 2 à 4

Solution dessinée ➡

Variante :		A	B	C	D
Dimensions :					
1. Plaque de parement plâtre	Ep. (mm) :	13	13	*13*	13
2. Laine minérale	Ep. (mm) :	40	40	*40*	40
3. Tasseau bois massif	Ep. (mm) :	40	40	*40*	40
	Larg. (mm) :	40	40	*40*	40
4. Film pare-vapeur		négligeable			
5. Laine minérale	Ep. (mm) :	100	100	*120*	160
6. Montant et traverse	Ep. (mm) :	36	36	*45*	45
	Larg. (mm) :	97	97	*120*	160
	Entraxe (mm) :	400	600	*400*	600
7. Voile de contreventement	Ep. (mm) :	9	9	*9*	9
8. Film pare-pluie		négligeable			
9. Tasseau bois massif	Ep. (mm) :	22	27	*22*	27
10.	Larg. (mm) :	45	45	*45*	45
11. Lame de bardage	Ep. (mm) :	20	20	*20*	20
	Larg. utile (mm) :	145	145	*145*	145
	Epaisseur totale (mm) :	226	236	*246*	296

Variante :		A	B	C	D
Physiques et mécaniques (essence de bois C24) :					
Poids surfacique	p (daN/m²) :	41	39	*44*	45
Fixations du voile	Type (Pointe ou Agrafe) :	P2.1	A	*P2.5*	P3.1
	Dimension (mm) :	x 55	x 50	*x 55*	x 75
Effort admissible vertical sur ossature					
Hauteur 2.50 m - V_{250} (daN/ml) :		2008	1339	*3105*	2760
Effort admissible horizontal sur ossature					
Largeur élément 0.60 m – H_{60} (daN) :		44	64	*48*	72
Largeur élément 0.90 m – H_{90} (daN) :		99	144	*108*	162
Largeur élément 1.20 m – H_{120} (daN) :		176	256	*192*	288
Largeur élément 2.40 m – H_{240} (daN) :		352	512	*384*	576

Variante :		A	B	C	D
Thermique (calculs selon règles Th-U) :					
Conductivité thermique isolant	λ (W/m.°K) :	0.04	0.04	*0.04*	0.04
Résistance thermique isolant	R_{iso} (m².K/W) :	3.59	3.59	*4.10*	5.13
Coef. transmission surfacique	U_p (W/m².°K) :	0.30	0.29	*0.27*	0.22
Coef. pont thermique linéique	ψ (W/m.°K) :	Non défini			

Toutes variantes		
Acoustique (estimation) :		
Indice d'affaiblissement	R_w (C ;Ctr) (dB) :	> 55 (-1 ;-4) HAB 1ère cat.
Niveau de bruit de choc normalisé	L_{nw} (dB) :	Non défini

Toutes variantes		
Protection incendie (estimation selon BF 88) :		
Réaction au feu parement extérieur	M3	
Réaction au feu parement intérieur	M1	
Résistance au feu selon le parement intérieur		
Plaque de plâtre standard 13 mm :	1/4 h	HAB 1ère fam.
Lambris bois massif 23 mm :		
Plaque de plâtre 13 mm + lambris 10 mm :		
Plaque de plâtre standard 18 mm :	1/2 h	HAB 2ème fam.
Plaques de plâtre standard 2 x 13 mm :		ERP 1ère cat. rdc.
		ERP 2ème cat. < 8m.

A B **C**onception système ctba ©

Mur ossature bois à isolation intérieure avec bardage bois en lame verticale

MURS EXTERIEURS Caractéristiques		
Avril 2003		102.01

A,2

© CTBA

Fig. A,2
Mur ossature bois à isolation répartie et doublage intérieur avec bardage bois en lame verticale.

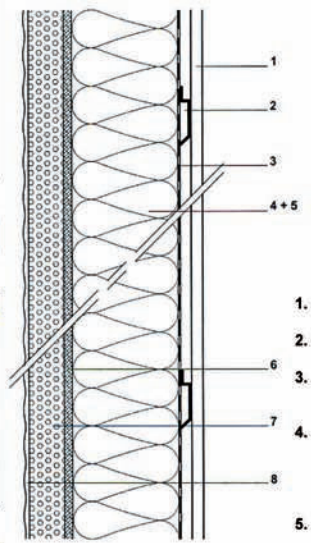
Application Bois Construction — **A B C** — Assemblages Bois et dérivés Conception système

©Centre technique du bois et de l'ameublement – 2002 – Reproduction interdite.

CTBA

Documents de référence :	
DTU 31.2	Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois
DTU 36.1	Menuiseries en bois
DTU 25.41	Ouvrages en plaques de parement en plâtre
AT	Avis Techniques pour revêtement extérieur en polystyrène
CSTB 3035	Cahier du CSTB pour mise en œuvre d'enduit mince sur PSE
CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
EC 5	Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
RT 2000	Réglementation thermique
NRA	Nouvelle réglementation acoustique
BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois

COUPE VERTICALE



1. Plaque de parement en plâtre, épaisseur 13 à 26 mm
2. Profil métallique support plaque de plâtre, entraxe ≤ 600 mm
3. Film pare-vapeur, perméance à la vapeur d'eau ≤ 0,005 g/m².h.mmHg, recouvrement horizontal et vertical ≥ 50 mm
4. Laine minérale semi-rigide ou rigide sans pare-vapeur, épaisseur 100, 120 ou 160 mm, classement ACERMI ≥ I1S4O1L2E1, densité pour semi-rigide ≥ 15 kg/m3 (verre) ou 28 kg/m3 (roche), densité pour rigide ≥ 140 kg/m3
5. Montant et traverse bois massif, épaisseur 36 ou mm, largeur 97, 120 ou 160 mm, entraxe 400 ou 600 mm, classe d'emploi 2
6. Voile de contreventement, panneau OSB 3 ou CTBH épaisseur ≥ 10 mm, classe d'emploi 2
7. Plaque de polystyrène expansé avec armature en treillis fibres de verre, épaisseur 30 à 120 mm, classement ACERMI ≥ I2S4O3L4E2, fixation par collage sur panneau OSB
8. Enduit extérieur de type Revêtement Plastique Epais (RPE)

Solution dessinée ➡

Variante :		A	B	C	D
Dimensions :					
1. Plaque de parement plâtre	Ep. (mm) :	13	13	*13*	13
2. Profil métallique	Ep. (mm) :	15	15	*15*	15
3. Film pare-vapeur		négligeable			
4. Laine minérale	Ep. (mm) :	100	100	*120*	160
5. Montant et traverse	Ep. (mm) :	36	36	*45*	45
	Larg. (mm) :	97	97	*120*	160
	Entraxe (mm) :	400	600	*400*	600
6. Voile de contreventement	Ep. (mm) :	10	10	*10*	10
7. Plaque de polystyrène	Ep. (mm) :	40	40	*40*	40
8. Enduit RPE	Ep. (mm) :	5	5	*5*	5
	Epaisseur totale (mm) :	183	183	*203*	243

Variante :		A	B	C	D
Physiques et mécaniques (essence de bois C24) :					
Poids surfacique	p (daN/m²) :	30	28	*33*	34
Fixations du voile	Type (Pointe ou Agrafe) :	P2.1	A	*P2.5*	P3.1
	Dimension (mm) :	x 55	x 50	*x 55*	x 75
Effort admissible vertical sur ossature					
Hauteur 2.50 m - V_{250} (daN/ml) :		2008	1339	*3105*	2760
Effort admissible horizontal sur ossature					
Largeur élément 0.60 m – H_{60} (daN) :		44	64	*48*	72
Largeur élément 0.90 m – H_{90} (daN) :		99	144	*108*	162
Largeur élément 1.20 m – H_{120} (daN) :		176	256	*192*	288
Largeur élément 2.40 m – H_{240} (daN) :		352	512	*384*	576

Variante :		A	B	C	D
Thermique (calculs selon règles Th-U) :					
Conductivité thermique isolant	λ (W/m.°K) :	0.04	0.04	*0.04*	0.04
Résistance thermique isolant	R_{iso} (m².K/W) :	3.56	3.56	*4.08*	5.10
Coef. transmission surfacique	U_p (W/m².°K) :	0.35	0.32	*0.32*	0.25
Coef. pont thermique linéique	ψ (W/m.°K) :	Non défini			

Toutes variantes			
Acoustique (estimation) :			
Indice d'affaiblissement	R_w (C ;Ctr) (dB) :	> 38 (-1 ;-3)	HAB 5ème cat.
Niveau de bruit de choc normalisé	L_{nw} (dB) :	Non défini	

Toutes variantes		
Protection incendie (estimation selon BF 88) :		
Réaction au feu parement extérieur	M1	
Réaction au feu parement intérieur	M1	
Résistance au feu selon le parement intérieur		
Plaque de plâtre standard 13 mm :	1/4 h	HAB 1ère fam.
Lambris bois massif 23 mm :		
Plaque de plâtre 13 mm + lambris 10 mm :		
Plaque de plâtre standard 18 mm :	1/2 h	HAB 2ème fam.
Plaques de plâtre standard 2 x 13 mm :		ERP 1ère cat. rdc.
		ERP 2ème cat. < 8m.

CTBA — **A B C**onception système ctba © — Mur ossature bois à isolation extérieure avec enduit

MURS EXTERIEURS
Caractéristiques
Avril 2003 — **103.01**

A,3

© CTBA

Fig. A,3
Mur ossature bois à isolation répartie et doublage extérieur avec enduit.

Application Bois Construction

A B C

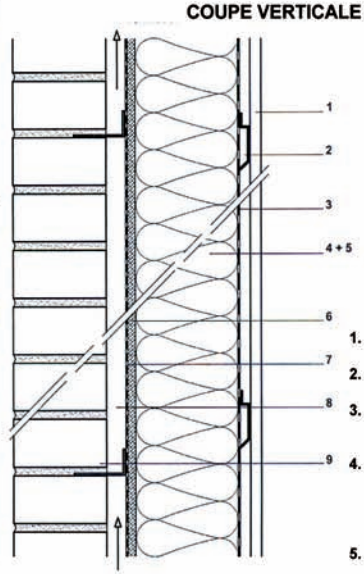
Assemblages Bois et dérivés Conception système

©Centre technique du bois et de l'ameublement – 2002 – Reproduction interdite.

Documents de référence :

DTU 31.2	Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois
DTU 36.1	Menuiseries en bois
DTU 20.1	Ouvrages en maçonnerie de petits éléments
DTU 25.41	Ouvrages en plaques de parement en plâtre
CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
EC 5	Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
RT 2000	Réglementation thermique
NRA	Nouvelle réglementation acoustique
BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois

COUPE VERTICALE



Solution dessinée

Variante :		A	B	C	D
Dimensions :					
1. Plaque de parement plâtre	Ep. (mm) :	13	13	13	13
2. Profil métallique	Ep. (mm) :	15	15	15	15
3. Film pare-vapeur	Ep. (mm) :	négligeable			
4. Laine minérale	Ep. (mm) :	100	100	120	160
5. Montant et traverse	Ep. (mm) :	36	36	45	45
	Larg. (mm) :	97	97	120	160
	Entraxe (mm) :	400	600	400	600
6. Voile de contreventement	Ep. (mm) :	9	9	9	9
7. Film pare-pluie	Ep. (mm) :	négligeable			
8. Lame d'air ventilée	Ep. (mm) :	25	25	25	25
9. Brique en terre cuite pleine	Ep. (mm) :	55	55	55	55
	Larg. (mm) :	110	110	110	100
	Epaisseur totale (mm) :	272	272	292	332

1. Plaque de parement en plâtre, épaisseur 13 à 26 mm
2. Profil métallique support plaque de plâtre, entraxe ≤ 600 mm
3. Film pare-vapeur, perméance à la vapeur d'eau ≤ 0,005 g/m².h.mmHg, recouvrement horizontal et vertical ≥ 50 mm
4. Laine minérale semi-rigide ou rigide sans pare-vapeur, épaisseur 100, 120 ou 160 mm, classement ACERMI ≥ I1S4O1L2E1, densité pour semi-rigide ≥ 15 kg/m3 (verre) ou 28 kg/m3 (roche), densité pour rigide ≥ 140 kg/m3
5. Montant et traverse bois massif, épaisseur 36 ou mm, largeur 97, 120 ou 160 mm, entraxe 400 ou 600 mm, classe d'emploi 2
6. Voile de contreventement, panneau OSB 3 épaisseur ≥ 8 mm, panneau CTBH épaisseur ≥ 10 mm, classe d'emploi 2
7. Film pare-pluie, perméance à la vapeur d'eau ≥ 0,5 g/m².h.mmHg, recouvrement horizontal ≥ 50 mm et vertical ≥ 100 mm
8. Lame d'air ventilée, largeur 25 mm
9. Brique de parement en terre cuite pleine, dimension 55x110x220 mm

Variante :		A	B	C	D
Physiques et mécaniques (essence de bois C24) :					
Poids surfacique	p (daN/m²) :	237	235	241	242
Fixations du voile	Type (Pointe ou Agrafe) :	P2.1	A	P2.5	P3.1
	Dimension (mm) :	x 55	x 50	x 55	x 75
Effort admissible vertical sur ossature					
Hauteur 2.50 m - V_{250} (daN/ml) :		2008	1339	3105	2760
Effort admissible horizontal sur ossature					
Largeur élément 0.60 m – H_{60} (daN) :		44	64	48	72
Largeur élément 0.90 m – H_{90} (daN) :		99	144	108	162
Largeur élément 1.20 m – H_{120} (daN) :		176	256	192	288
Largeur élément 2.40 m – H_{240} (daN) :		352	512	384	576

Variante :		A	B	C	D
Thermique (calculs selon règles Th-U) :					
Conductivité thermique isolant	λ (W/m.°K) :	0.04	0.04	0.04	0.04
Résistance thermique isolant	R_{iso} (m².K/W) :	2.56	2.56	3.08	4.10
Coef. transmission surfacique	U_p (W/m².°K) :	0.41	0.37	0.37	0.28
Coef. pont thermique linéique	ψ (W/m.°K) :	Non défini			

Toutes variantes

Acoustique (estimation) :			
Indice d'affaiblissement	R_w (C ;Ctr) (dB) :	> 54 (-2 ;-6)	HAB 1ère cat.
Niveau de bruit de choc normalisé	L_{nw} (dB) :	Non défini	

Toutes variantes

Protection incendie (estimation selon BF 88) :		
Réaction au feu parement extérieur :	M0	
Réaction au feu parement intérieur :	M1	
Résistance au feu selon le parement intérieur		
Plaque de plâtre standard 13 mm :	1/4 h	HAB 1ère fam.
Lambris bois massif 23 mm :		
Plaque de plâtre 13 mm + lambris 10 mm :		
Plaque de plâtre standard 18 mm :	1/2 h	HAB 2ème fam.
Plaques de plâtre standard 2 x 13 mm :		ERP 1ère cat. rdc.
		ERP 2ème cat. < 8m.

A B **C**onception système ctba ©

Mur ossature bois avec doublage extérieur en brique

MURS EXTERIEURS		
Caractéristiques		
Avril 2003		104.01

A,4

© CTBA

Fig. A,4
Mur ossature bois avec doublage extérieur en brique.

Murs intérieurs

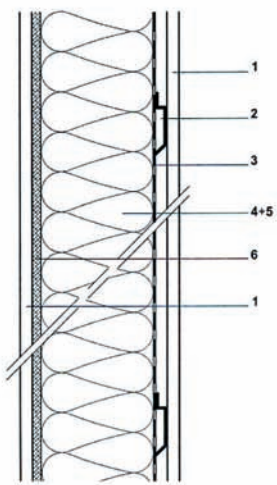
Application Bois Construction — **A B C** — Assemblages Bois et dérivés Conception système

©Centre technique du bois et de l'ameublement – 2002 – Reproduction interdite.

Documents de référence :

DTU 31.2	Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois
DTU 36.1	Menuiseries en bois
DTU 25.41	Ouvrages en plaques de parement en plâtre
CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
EC 5	Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
RT 2000	Réglementation thermique
NRA	Nouvelle réglementation acoustique
BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois

COUPE VERTICALE



1. Plaque de parement en plâtre, épaisseur 13 à 26 mm
2. Profil métallique support plaque de plâtre, entraxe ≤ 600 mm
3. Film pare-vapeur, perméance à la vapeur d'eau ≤ 0,005 g/m².h.mmHg, recouvrement horizontal et vertical ≥ 50 mm
4. Laine minérale semi-rigide ou rigide sans pare-vapeur, épaisseur 100, 120 ou 160 mm, classement ACERMI ≥ I1S4O1L2E1, densité pour semi-rigide ≥ 15 kg/m3 (verre) ou 28 kg/m3 (roche), densité pour rigide ≥ 140 kg/m3
5. Montant et traverse bois massif, épaisseur 36 ou mm, largeur 97, 120 ou 160 mm, entraxe 400 ou 600 mm, classe d'emploi 2
6. Voile de contreventement, panneau OSB 3 épaisseur ≥ 8 mm ou CTBH épaisseur ≥ 10 mm, classe d'emploi 2

Solution dessinée ➡

		Variante :	A	B	C	D
Dimensions :						
1. Plaque de parement plâtre	Ep. (mm) :		13	13	*13*	13
2. Profil métallique	Ep. (mm) :		15	15	*15*	15
3. Film pare-vapeur	Ep. (mm) :		négligeable			
4. Laine minérale	Ep. (mm) :		100	100	*120*	160
5. Montant et traverse	Ep. (mm) :		36	36	*45*	45
	Larg. (mm) :		97	97	*120*	160
	Entraxe (mm) :		400	600	*400*	600
6. Voile de contreventement	Ep. (mm) :		9	9	*9*	9
	Epaisseur totale (mm) :		**157**	**157**	*177*	**217**

		Variante :	A	B	C	D
Physiques et mécaniques (essence de bois C24) :						
Poids surfacique	p (daN/m²) :		46	56	*62*	62
Fixations du voile	Type (Pointe ou Agrafe) :		P2.1	A	*P2.5*	P3.1
	Dimension (mm) :		x 55	x 50	*x 55*	x 75
Effort admissible vertical sur ossature						
	Hauteur 2.50 m - V_{250} (daN/ml) :		2008	1339	*3105*	2760
Effort admissible horizontal sur ossature						
	Largeur élément 0.60 m – H_{60} (daN) :		44	64	*48*	72
	Largeur élément 0.90 m – H_{90} (daN) :		99	144	*108*	162
	Largeur élément 1.20 m – H_{120} (daN) :		176	256	*192*	288
	Largeur élément 2.40 m – H_{240} (daN) :		352	512	*384*	576

		Variante :	A	B	C	D
Thermique (calculs selon règles Th-U) :						
Conductivité thermique isolant	λ (W/m.°K) :		0.04	0.04	*0.04*	0.04
Résistance thermique isolant	R_{iso} (m².K/W) :		2.56	2.56	*3.08*	4.10
Coef. transmission surfacique	U_p (W/m².°K) :		0.41	0.37	*0.37*	0.28
Coef. pont thermique linéique	ψ (W/m.°K) :		Non défini			

Acoustique (estimation) :		Toutes variantes	
Indice d'affaiblissement	R_w (C ;Ctr) (dB) :	**> 46 (-2 ;-5)**	Circulation
Niveau de bruit de choc normalisé	L_{nw} (dB) :	Non défini	

Protection incendie (estimation selon BF 88) :		Toutes variantes
Réaction au feu des parements :	**M1**	
Résistance au feu selon les paraments		
Plaque de plâtre standard 13 mm :	**1/4 h**	HAB 1ère fam.
Lambris bois massif 23 mm :		
Plaque de plâtre 13 mm + lambris 10 mm :		
Plaque de plâtre standard 18 mm :	**1/2 h**	HAB 3ème fam.
Plaques de plâtre standard 2 x 13 mm :		ERP 1ère cat. rdc.
		ERP 2ème cat. < 8m.
Plaques de plâtre spéciales feu 2 x 13 mm :	**1 h**	HAB 4ème fam.
		IGH A
		IGH GHR et GHU.
		IGH GHW1 et W2.
		ERP 1ère cat. < 8m.
		ERP 2ème cat. < 28 m.

A B **C**onception système ctba ©
Mur de refend porteur à ossature bois simple

MURS INTERIEURS
Caractéristiques
Avril 2003 — **105.01**

A,5

© CTBA

Fig. A,5
Mur de refend porteur à ossature simple.

Application Bois Construction **A B C** Assemblages Bois et dérivés Conception système

©Centre technique du bois et de l'ameublement – 2002 – Reproduction interdite.

Documents de référence :	
DTU 31.2	Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois
DTU 36.1	Menuiseries en bois
DTU 25.41	Ouvrages en plaques de parement en plâtre
CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
EC 5	Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
RT 2000	Réglementation thermique
NRA	Nouvelle réglementation acoustique
BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois

Solution dessinée ➡

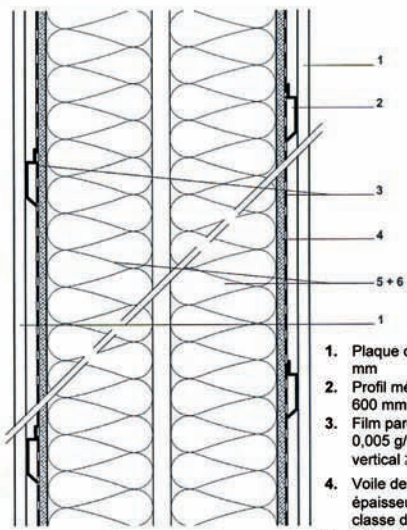
Variante :		A	B	C	D
Dimensions :					
1. Plaque de parement plâtre	Ep. (mm) :	13	13	*13*	13
2. Profil métallique	Ep. (mm) :	15	15	*15*	15
3. Film pare-vapeur	Ep. (mm) :	négligeable			
4. Voile de contreventement	Ep. (mm) :	9	9	*9*	9
5. Laine minérale	Ep. (mm) :	100	100	*120*	160
6. Montant et traverse	Ep. (mm) :	36	36	*45*	45
	Larg. (mm) :	97	97	*120*	160
	Entraxe (mm) :	400	600	*400*	600
	Epaisseur totale (mm) :	308	308	*348*	428

Variante :		A	B	C	D
Physiques et mécaniques (essence de bois C24) :					
Poids surfacique	p (daN/m²) :	59	58	*63*	65
Fixations du voile	Type (Pointe ou Agrafe) :	P2.1	A	*P2.5*	P3.1
	Dimension (mm) :	x 55	x 50	*x 55*	x 75
Effort admissible vertical sur ossature simple					
Hauteur 2.50 m - V_{250} (daN/ml) :		2008	1339	*3105*	2760
Effort admissible horizontal sur ossature simple					
Largeur élément 0.60 m – H_{60} (daN) :		44	64	*48*	72
Largeur élément 0.90 m – H_{90} (daN) :		99	144	*108*	162
Largeur élément 1.20 m – H_{120} (daN) :		176	256	*192*	288
Largeur élément 2.40 m – H_{240} (daN) :		352	512	*384*	576

Variante :		A	B	C	D
Thermique (calculs selon règles Th-U) :					
Conductivité thermique isolant	λ (W/m.°K) :	0.04	0.04	*0.04*	0.04
Résistance thermique isolant	R_{iso} (m².K/W) :	5.13	5.13	*6.15*	8.21
Coef. transmission surfacique	U_p (W/m².°K) :	0.26	0.23	*0.24*	0.17
Coef. pont thermique linéique	ψ (W/m.°K) :	Non défini			

Toutes variantes			
Acoustique (estimation) :			
Indice d'affaiblissement	R_w (C ;Ctr) (dB) :	**> 64 (-3 ;-7)**	Séparatif et circulation
Niveau de bruit de choc normalisé	L_{nw} (dB) :	Non défini	

COUPE VERTICALE



1. Plaque de parement en plâtre, épaisseur 13 à 26 mm
2. Profil métallique support plaque de plâtre, entraxe ≤ 600 mm
3. Film pare-vapeur, perméance à la vapeur d'eau ≤ 0,005 g/m².h.mmHg, recouvrement horizontal et vertical ≥ 50 mm
4. Voile de contreventement, panneau OSB 3 épaisseur ≥ 8 mm ou CTBH épaisseur ≥ 10 mm, classe d'emploi 2
5. Laine minérale semi-rigide ou rigide sans pare-vapeur, épaisseur 100, 120 ou 160 mm, classement ACERMI ≥ I1S4O1L2E1, densité pour semi-rigide ≥ 15 kg/m3 (verre) ou 28 kg/m3 (roche), densité pour rigide ≥ 140 kg/m3
6. Montant et traverse bois massif, épaisseur 36 ou mm, largeur 97, 120 ou 160 mm, entraxe 400 ou 600 mm, classe d'emploi 2

Toutes variantes			
Protection incendie (estimation selon BF 88) :			
Réaction au feu des parements :		**M1**	
Résistance au feu selon les parements			
Plaque de plâtre standard 13 mm :		**1/4 h**	HAB 1ère fam.
Lambris bois massif 23 mm :			
Plaque de plâtre 13 mm + lambris 10 mm :			
Plaque de plâtre standard 18 mm :		**1/2 h**	HAB 3ème fam.
Plaques de plâtre standard 2 x 13 mm :			ERP 1ère cat. rdc.
			ERP 2ème cat. < 8m.
Plaques de plâtre spéciales feu 2 x 13 mm :		**1 h**	HAB 4ème fam.
			IGH A
			IGH GHR et GHU.
			IGH GHW1 et W2.
			ERP 1ère cat. < 8m.
			ERP 2ème cat. < 28 m.

A B **C**onception système ctba ©

Mur séparatif de logement à ossature bois double

MURS INTERIEURS
Caractéristiques

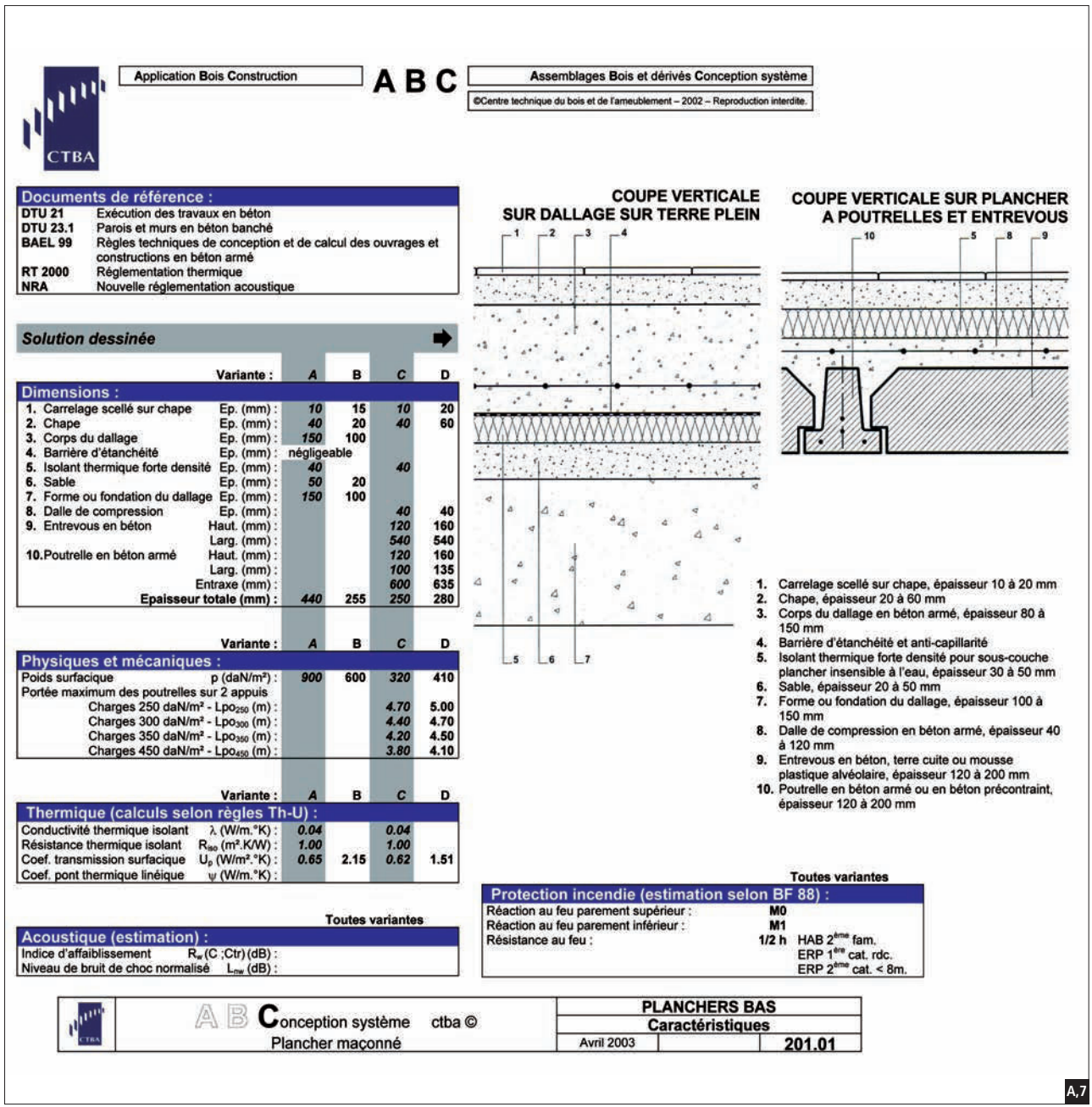
Avril 2003 | | **106.01**

A,6

© CTBA

Fig. A,6
Mur séparatif de logement à ossature bois double.

Planchers bas



CTBA

Application Bois Construction **A B C** Assemblages Bois et dérivés Conception système

©Centre technique du bois et de l'ameublement – 2002 – Reproduction interdite.

Documents de référence :

DTU 21	Exécution des travaux en béton
DTU 23.1	Parois et murs en béton banché
BAEL 99	Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé
RT 2000	Réglementation thermique
NRA	Nouvelle réglementation acoustique

Solution dessinée

Variante :		A	B	C	D
Dimensions :					
1. Carrelage scellé sur chape	Ep. (mm) :	10	15	10	20
2. Chape	Ep. (mm) :	40	20	40	60
3. Corps du dallage	Ep. (mm) :	150	100		
4. Barrière d'étanchéité	Ep. (mm) :	négligeable			
5. Isolant thermique forte densité	Ep. (mm) :	40		40	
6. Sable	Ep. (mm) :	50	20		
7. Forme ou fondation du dallage	Ep. (mm) :	150	100		
8. Dalle de compression	Ep. (mm) :			40	40
9. Entrevous en béton	Haut. (mm) :			120	160
	Larg. (mm) :			540	540
10. Poutrelle en béton armé	Haut. (mm) :			120	160
	Larg. (mm) :			100	135
	Entraxe (mm) :			600	635
Epaisseur totale (mm) :		440	255	250	280

Variante :		A	B	C	D
Physiques et mécaniques :					
Poids surfacique	p (daN/m²) :	900	600	320	410
Portée maximum des poutrelles sur 2 appuis					
Charges 250 daN/m² - Lpo_{250} (m) :				4.70	5.00
Charges 300 daN/m² - Lpo_{300} (m) :				4.40	4.70
Charges 350 daN/m² - Lpo_{350} (m) :				4.20	4.50
Charges 450 daN/m² - Lpo_{450} (m) :				3.80	4.10

Variante :		A	B	C	D
Thermique (calculs selon règles Th-U) :					
Conductivité thermique isolant	λ (W/m.°K) :	0.04		0.04	
Résistance thermique isolant	R_{iso} (m².K/W) :	1.00		1.00	
Coef. transmission surfacique	U_p (W/m².°K) :	0.65	2.15	0.62	1.51
Coef. pont thermique linéique	ψ (W/m.°K) :				

Toutes variantes

Acoustique (estimation) :	
Indice d'affaiblissement	R_w (C ;Ctr) (dB) :
Niveau de bruit de choc normalisé	L_{nw} (dB) :

COUPE VERTICALE SUR DALLAGE SUR TERRE PLEIN

COUPE VERTICALE SUR PLANCHER A POUTRELLES ET ENTREVOUS

1. Carrelage scellé sur chape, épaisseur 10 à 20 mm
2. Chape, épaisseur 20 à 60 mm
3. Corps du dallage en béton armé, épaisseur 80 à 150 mm
4. Barrière d'étanchéité et anti-capillarité
5. Isolant thermique forte densité pour sous-couche plancher insensible à l'eau, épaisseur 30 à 50 mm
6. Sable, épaisseur 20 à 50 mm
7. Forme ou fondation du dallage, épaisseur 100 à 150 mm
8. Dalle de compression en béton armé, épaisseur 40 à 120 mm
9. Entrevous en béton, terre cuite ou mousse plastique alvéolaire, épaisseur 120 à 200 mm
10. Poutrelle en béton armé ou en béton précontraint, épaisseur 120 à 200 mm

Toutes variantes

Protection incendie (estimation selon BF 88) :	
Réaction au feu parement supérieur :	M0
Réaction au feu parement inférieur :	M1
Résistance au feu :	1/2 h HAB 2ème fam. ERP 1ère cat. rdc. ERP 2ème cat. < 8m.

A B **C**onception système ctba ©
Plancher maçonné

PLANCHERS BAS
Caractéristiques
Avril 2003 | 201.01

A,7

© CTBA

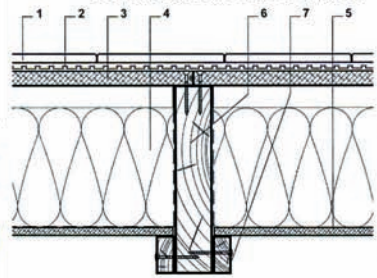
Fig. A,7
Plancher maçonné.

Application Bois Construction **A B C** Assemblages Bois et dérivés Conception système

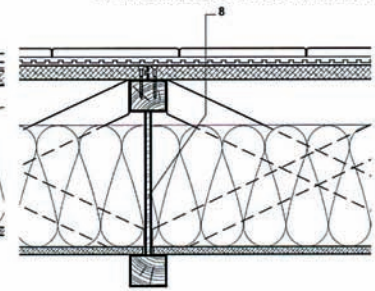
©Centre technique du bois et de l'ameublement – 2002 – Reproduction interdite.

Documents de référence :	
DTU 31.1	Charpente et escaliers en bois
DTU 51.3	Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois
CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
EC 5	Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
RT 2000	Réglementation thermique
NRA	Nouvelle réglementation acoustique
BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois

COUPE VERTICALE SUR PLANCHER AVEC SOLIVAGE BOIS MASSIF



COUPE VERTICALE SUR PLANCHER AVEC SOLIVAGE POUTRE EN I



Solution dessinée ➡

	Variante :	A	B	C	D
Dimensions :					
1. Carrelage scellé	Ep. (mm) :	10	15	10	15
2. Sous-Couche	Ep. (mm) :	10	10	10	10
3. Dalle de plancher	Ep. (mm):	16	22	16	18
4. Laine minérale	Ep. (mm) :	140	100	140	100
5. Fond de plancher	Ep. (mm) :	9	9	9	9
6. Solive bois massif	Ep.. (mm) :	45	75		
	Larg. (mm) :	220	200		
	Entraxe (mm) :	400	600		
7. Tasseau bois massif	Ep. (mm) :	22	22		
	Larg. (mm) :	45	45		
8. Solive poutre en I	Ep.. (mm) :			45	70
	Larg. (mm) :			240	225
	Entraxe (mm) :			400	500
	Epaisseur totale (mm) :	256	247	276	268

1. Carrelage scellé sur sous-couche de désolidarisation, épaisseur 10 mm
2. Sous-Couche de désolidarisation fixée sur dalle de plancher, épaisseur 10 mm
3. Dalle de plancher, panneau OSB 3 ou CTBH, pose à joints décalés (à coupe de pierre) et fil du panneau (sens long) perpendiculaire aux appuis, épaisseur 16 à 25 mm, classe d'emploi 2
4. Laine minérale souple, semi-rigide ou rigide sans pare-vapeur, épaisseur 100 à 160 mm, classement ACERMI > I1S4O1L1E1, densité pour souple > 12 kg/m3 (verre) ou 20 kg/m3 (roche), densité pour semi-rigide > 15 kg/m3 (verre) ou 28 kg/m3 (roche), densité pour rigide > 140 kg/m3
5. Fond de plancher, panneau OSB 3 ou CTBH, fixé entre les solives si vide sanitaire ou sous les solives si sous-sol, épaisseur 9 mm, classe d'emploi 2
6. Solive bois massif, épaisseur 45 à 100 mm, hauteur 150 à 300 mm, entraxe selon charge à reprendre, classe d'emploi 2
7. Tasseau bois massif, section 22x45 mm, classe d'emploi 2
8. Solive poutre en I, épaisseur 45 à 90 mm, hauteur 240 à 400 mm, entraxe selon charge à reprendre, classe d'emploi 2

	Variante :	A	B	C	D
Physiques et mécaniques (essence de bois C24) :					
Poids surfacique	p (daN/m²) :	60	76	57	71
Charges admissibles sur dalles	(daN/m²) :	500	350	500	400
Charges admissibles sur solives (2 appuis)					
Portée 3.00 m – Pso_{300}	(daN/m²) :	610	440	560	510
Portée 3.50 m – Pso_{350}	(daN/m²) :	390	285	370	345
Portée 4.00 m – Pso_{400}	(daN/m²) :	270	190	260	240
Portée 4.50 m – Pso_{450}	(daN/m²) :	190	140	190	175
Portée 5.00 m – Pso_{500}	(daN/m²) :	140	100		130

	Variante :	A	B	C	D
Thermique (calculs selon règles Th-U) :					
Conductivité thermique isolant	λ (W/m.°K) :	0.04	0.04	0.04	0.04
Résistance thermique isolant	R_{iso} (m².K/W) :	3.59	2.56	3.59	2.56
Coef. transmission surfacique	U_p (W/m².°K) :	0.33	0.37	0.33	0.38
Coef. pont thermique linéique	ψ (W/m.°K) :	Non défini			

Toutes variantes

Acoustique (estimation) :		
Indice d'affaiblissement	R_w (C ;Ctr) (dB) :	> 27
Niveau de bruit de choc normalisé	L_{nw} (dB) :	< 92

Toutes variantes

Protection incendie (estimation selon BF 88) :		
Réaction au feu parement supérieur :	M0	
Réaction au feu parement inférieur :	M3	
Résistance au feu :	1/4 h	HAB 1ère fam.
Epaisseur du fond de plancher ≥ 19 mm si plancher sur sous-sol.		

A B **C**onception système ctba ©

Plancher avec solivage bois isolé

PLANCHERS BAS Caractéristiques		
Avril 2003		202.01

A,8

© CTBA

Fig. A,8
Plancher avec solivage bois.

Planchers intermédiaires

Application Bois Construction — **A B C** — Assemblages Bois et dérivés Conception système

©Centre technique du bois et de l'ameublement – 2002 – Reproduction interdite.

Documents de référence :	
DTU 31.1	Charpente et escaliers en bois
DTU 51.3	Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois
DTU 25.41	Ouvrages en plaques de parement en plâtre
CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
EC 5	Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
RT 2000	Réglementation thermique
NRA	Nouvelle réglementation acoustique
BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois

Solution dessinée ➡

Variante :		A	B	C	D
Dimensions :					
1. Parquet bois massif	Ep. (mm) :	15	15	15	15
2. Sous-Couche	Ep. (mm) :	5	10	5	10
3. Dalle de plancher	Type OSB :	2	2	3	3
	Ep. (mm):	16	22	16	18
4. Laine minérale	Ep. (mm) :	140	100	140	100
5. Solive bois massif	Ep.. (mm) :	45	75		
	Larg. (mm) :	220	200		
	Entraxe (mm) :	400	600		
6. Suspente et rails	Ep. (mm) :	30	30	30	30
7. Plaque de parement plâtre	Ep. (mm) :	13	13	13	13
8. Solive poutre en I	Ep.. (mm) :			45	70
	Larg. (mm) :			240	225
	Entraxe (mm) :			400	500
	Epaisseur totale (mm) :	299	290	319	311

Variante :	A	B	C	D
Physiques et mécaniques (essence de bois C24) :				
Poids surfacique p (daN/m²) :	50	55	47	51
Charges admissibles sur dalles (daN/m²) :	350	250	500	350
Charges admissibles sur solives (2 appuis)				
Portée 3.00 m – Pso_{300} (daN/m²) :	610	440	560	510
Portée 3.50 m – Pso_{350} (daN/m²) :	390	285	370	345
Portée 4.00 m – Pso_{400} (daN/m²) :	270	190	260	240
Portée 4.50 m – Pso_{450} (daN/m²) :	190	140	190	175
Portée 5.00 m – Pso_{500} (daN/m²) :	140	100		130

Variante :	A	B	C	D
Thermique (calculs selon règles Th-U) :				
Conductivité thermique isolant λ (W/m.°K) :	0.04	0.04	0.04	0.04
Résistance thermique isolant R_{iso} (m².K/W) :	3.59	2.56	3.59	2.56
Coef. transmission surfacique U_p (W/m².°K) :	0.34	0.37	0.34	0.39

Coefficient pont thermique linéique pour plancher intermédiaire :

sur mur en béton plein - ψ (W/m.°K) :	0.22
sur mur en maçonnerie - ψ (W/m.°K) :	0.19
sur mur à isolation répartie - ψ (W/m.°K) :	0.12 ép. du mur < 35 cm

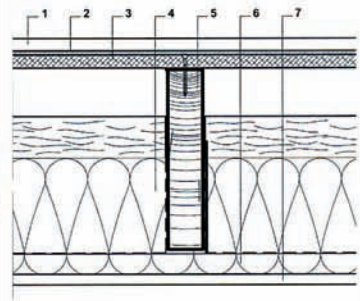
Coefficient pont thermique linéique pour plancher comble :

	en façade	en pignon
sur mur en béton plein - ψ (W/m.°K) :	0.05	0.08
sur mur en maçonnerie - ψ (W/m.°K) :	0.04	0.07
sur mur à isolation répartie - ψ (W/m.°K) :	0.03	0.11

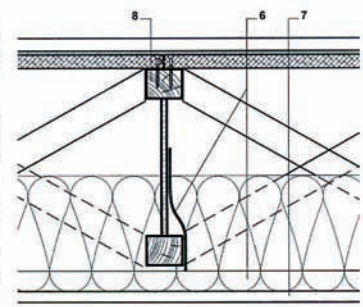
Toutes variantes

Acoustique (estimation) :		
Indice d'affaiblissement	R_w (C ; Ctr) (dB) :	60 (-5 ; -13)
Niveau de bruit de choc normalisé	L_{nw} (dB) :	Non défini

COUPE VERTICALE SUR PLANCHER AVEC SOLIVAGE BOIS MASSIF



COUPE VERTICALE SUR PLANCHER AVEC SOLIVAGE POUTRE EN I



1. Parquet bois massif ou contrecollé pose flottante ou à coller, ou revêtement de sol stratifié pose flottante, épaisseur 10 à 18 mm, classe d'emploi 1
2. Sous-couche de parquet acoustique, épaisseur 5 à 25 mm
3. Dalle de plancher, panneau OSB 2 ou 3, CTBS ou H, pose à joints décalés (à coupe de pierre) et fil du panneau (sens long) perpendiculaire aux appuis, épaisseur 16 à 25 mm, classe d'emploi 2
4. Laine minérale souple, semi-rigide ou rigide sans pare-vapeur, épaisseur 100 à 160 mm, classement ACERMI > I1S4O1L1E1, densité pour souple > 12 kg/m3 (verre) ou 20 kg/m3 (roche), densité pour semi-rigide > 15 kg/m3 (verre) ou 28 kg/m3 (roche), densité pour rigide > 140 kg/m3
5. Solive bois massif, épaisseur 45 à 100 mm, hauteur 150 à 300 mm, entraxe selon charge à reprendre, classe d'emploi 2
6. Suspente et rail métallique supports plaque de plâtre, entraxe 600 mm
7. Plaque de parement en plâtre, épaisseur 13 à 26 mm
8. Solive poutre en I, épaisseur 45 à 90 mm, hauteur 240 à 400 mm, entraxe selon charge à reprendre, classe d'emploi 2

Toutes variantes

Protection incendie (estimation selon BF 88) :		
Réaction au feu parement supérieur :	M3	
Réaction au feu parement inférieur :	M1	
Résistance au feu selon le parement inférieur:		
Plaque de plâtre standard 13 mm :	1/4 h	HAB 1ère fam.
Plaque de plâtre standard 18 mm :	1/2 h	HAB 2ème fam.
Plaques de plâtre standard 2 x 13 mm :		ERP 1ère cat. rdc.
		ERP 2ème cat. < 8m.

A B C onception système ctba ©
Plancher avec solivage bois isolé

PLANCHERS INTERMEDIAIRES Caractéristiques		
Avril 2003		203.01

A,9

© CTBA

Fig. A,9
Plancher avec solivage isolé.

Application Bois Construction

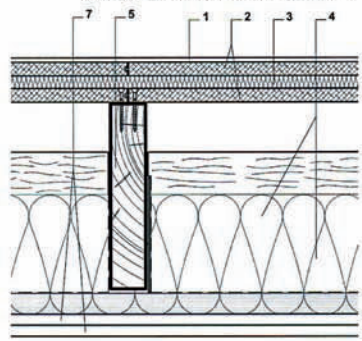
A B C

Assemblages Bois et dérivés Conception système

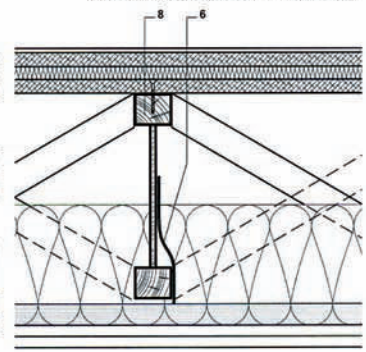
©Centre technique du bois et de l'ameublement – 2002 – Reproduction interdite.

Documents de référence :	
DTU 31.1	Charpente et escaliers en bois
DTU 51.3	Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois
DTU 25.41	Ouvrages en plaques de parement en plâtre
CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
EC 5	Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
RT 2000	Réglementation thermique
NRA	Nouvelle réglementation acoustique
BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois

COUPE VERTICALE SUR PLANCHER AVEC SOLIVAGE BOIS MASSIF



COUPE VERTICALE SUR PLANCHER AVEC SOLIVAGE POUTRE EN I



Solution dessinée

	Variante :	A	B	C	D
Dimensions :					
1. Revêtement de sol souple	Ep. (mm) :	5	5	5	5
2. Dalle de plancher	Type OSB :	2	2	3	3
	Ep. (mm):	16	22	16	18
3. Sous-Couche	Ep. (mm) :	15	15	15	15
4. Laine minérale	Ep. (mm) :	140	100	140	100
5. Solive bois massif	Ep.. (mm) :	45	75		
	Larg. (mm) :	220	200		
	Entraxe (mm) :	400	600		
6. Suspente et rails	Ep. (mm) :	30	30	30	30
7. Plaques de parement plâtre	Ep. (mm) :	26	26	26	26
8. Solive poutre en I	Ep.. (mm) :			45	70
	Larg. (mm) :			240	225
	Entraxe (mm) :			400	500
	Epaisseur totale (mm) :	328	320	348	337

1. Revêtement de sol souple, épaisseur 5 à 10 mm
2. Dalle de plancher, panneau OSB 2 ou 3, CTBS ou H, pose à joints décalés (à coupe de pierre) et fil du panneau (sens long) perpendiculaire aux appuis, épaisseur 16 à 25 mm, classe d'emploi 2
3. Sous-couche de parquet acoustique, épaisseur 5 à 25 mm
4. Laine minérale souple, semi-rigide ou rigide sans pare-vapeur, épaisseur 100 à 160 mm, classement ACERMI > I1S4O1L1E1, densité pour souple > 12 kg/m3 (verre) ou 20 kg/m3 (roche), densité pour semi-rigide > 15 kg/m3 (verre) ou 28 kg/m3 (roche), densité pour rigide > 140 kg/m3
5. Solive bois massif, épaisseur 45 à 100 mm, hauteur 150 à 300 mm, entraxe selon charge à reprendre, classe d'emploi 2
6. Suspente et rail métallique supports double plaques de plâtre, entraxe 600 mm
7. Double plaques de parement en plâtre, pose à joints croisés, épaisseur 2x13 mm
8. Solive poutre en I, épaisseur 45 à 90 mm, hauteur 240 à 400 mm, entraxe selon charge à reprendre, classe d'emploi 2

	Variante :	A	B	C	D
Physiques et mécaniques (essence de bois C24) :					
Poids surfacique	p (daN/m²) :	69	76	65	69
Charges admissibles sur dalles	(daN/m²) :	350	250	500	350
Charges admissibles sur solives (2 appuis)					
Portée 3.00 m – Pso_{300} (daN/m²) :		610	440	560	510
Portée 3.50 m – Pso_{350} (daN/m²) :		390	285	370	345
Portée 4.00 m – Pso_{400} (daN/m²) :		270	190	260	240
Portée 4.50 m – Pso_{450} (daN/m²) :		190	140	190	175
Portée 5.00 m – Pso_{500} (daN/m²) :		140	100		130

	Variante :	A	B	C	D
Thermique (calculs selon règles Th-U) :					
Conductivité thermique isolant	λ (W/m.°K) :	0.04	0.04	0.04	0.04
Résistance thermique isolant	R_{iso} (m².K/W) :	3.59	2.56	3.59	2.56
Coef. transmission surfacique	U_p (W/m².°K) :	0.33	0.36	0.33	0.37
Coefficient pont thermique linéique					
sur mur en béton plein - ψ (W/m.°K) :		0.22			
sur mur en maçonnerie - ψ (W/m.°K) :		0.19			
sur mur à isolation répartie - ψ (W/m.°K) :		0.12	ép. du mur < 35 cm		

Acoustique (estimation) :	Toutes variantes
Indice d'affaiblissement R_w (C ; Ctr) (dB) :	64 (-5 ; -13)
Niveau de bruit de choc normalisé	
Avec parquet flottant - L_{nw} (dB) :	56 Séparatif et
Avec revêtement souple pvc - L_{nw} (dB) :	54 circulation de
Avec moquette- L_{nw} (dB) :	46 logements

Protection incendie (estimation selon BF 88) :		Toutes variantes
Réaction au feu parement supérieur :	M3	
Réaction au feu parement inférieur :	M1	
Résistance au feu selon le parement inférieur:		
Plaque de plâtre standard 13 mm :	1/4 h	HAB 1ère fam.
Plaque de plâtre standard 18 mm :	1/2 h	HAB 2ème fam.
Plaques de plâtre standard 2 x 13 mm :		ERP 1ère cat. rdc.
		ERP 2ème cat. < 8m.

A B **C**onception système ctba ©

Plancher séparatif de logement à ossature simple

PLANCHERS INTERMEDIAIRES

Caractéristiques

Avril 2003 | **204.01**

A,10

© CTBA

Fig. A,10
Plancher séparatif de logement à ossature simple.

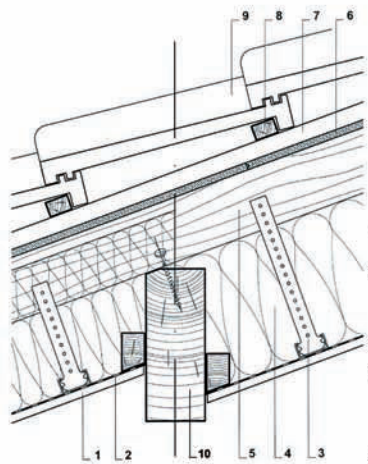
Toitures inclinées

Application Bois Construction — **A B C** — Assemblages Bois et dérivés Conception système

©Centre technique du bois et de l'ameublement – 2002 – Reproduction interdite.

Documents de référence :	
DTU 31.1	Charpente et escaliers en bois
DTU 40	Couvertures
CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
EC 5	Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
RT 2000	Réglementation thermique
NRA	Nouvelle réglementation acoustique
BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois

COUPE VERTICALE



1. Plaque de parement en plâtre, épaisseur 13 à 26 mm
2. Film pare-vapeur solidaire ou non de l'isolant, perméance à la vapeur d'eau < 0,005 g/m².h.mmHg, recouvrement horizontal et vertical > 50 mm
3. Suspente et rail métallique supports plaque de plâtre, entraxe 600 mm
4. Laine minérale semi-rigide ou rigide, épaisseur 160 à 240 mm en 1 ou 2 couches, classement ACERMI > I1S4O1L2E1, densité pour semi-rigide > 15 kg/m3 (verre) ou 28 kg/m3 (roche), densité pour rigide > 140 kg/m3
5. Chevron bois massif, section 60x80, 60x100 ou 40x100 mm, entraxe 400, 500 ou 600 mm, classe d'emploi 2
6. Ecran rigide de sous-toiture non porteur, panneau OSB 3 ou CTBH, épaisseur 12 mm, classe d'emploi 2
7. Liteau bois massif et lame d'air ventilée, section 27x40 mm, fixé au droit des chevrons, classe d'emploi 2
8. Liteau bois massif, section 27x40 mm, entraxe selon pureau de la tuile, classe d'emploi 2
9. Tuile à emboîtement mécanique, en terre cuite ou en béton, petit ou grand moule

Solution dessinée

Variante :	A	B	C	D
Dimensions :				
1. Plaque de parement plâtre — Ep. (mm) :	13	13	13	13
2. Film pare-vapeur	négligeable			
3. Suspente et rails — Ep. (mm) :	30	30	30	30
4. Laine minérale — Ep.1 (mm) :	80	60	220	260
Ep.2 (mm) :	140	200		
5. Chevrons bois massif — Ep.. (mm) :	60	60	60	40
Larg. (mm) :	100	80	100	100
Entraxe (mm) :	400	500	400	600
6. Ecran de sous-toiture — Ep. (mm):	12	12	12	12
7. Liteaux bois massif — Ep. (mm) :	27	27	27	27
8. " — Larg. (mm) :	40	40	40	40
9. Tuile mécanique — Ep. (mm)	100	100	100	100
10. Panne bois massif — Ep.. (mm) :	100	80	100	80
Larg. (mm) :	225	200	225	250
Entraxe (mm) :	1500	1500	2000	2000
Epaisseur totale hors couverture (mm) :	292	332	372	412

Variante :	A	B	C	D
Physiques et mécaniques (essence de bois C24) :				
Poids surfacique — p (daN/m²) :	91	87	91	84
Charges admissibles sur dalles — (daN/m²) :	500	300	500	150
Charges admissibles sur chevrons (2 appuis)				
Portée 1.50 m – Pch_{150} (daN/m²) :	1000	380	1000	490
Portée 2.00 m – Pch_{200} (daN/m²) :	480	160	480	240
Portée 2.50 m – Pch_{250} (daN/m²) :	250	80	250	125
Portée 3.00 m – Pch_{300} (daN/m²) :	145	50	145	70
Charges admissibles sur pannes (2 appuis)				
Portée 2.00 m – Ppa_{200} (daN/m²) :	940	570	700	590
Portée 3.00 m – Ppa_{300} (daN/m²) :	420	235	310	280
Portée 4.00 m – Ppa_{400} (daN/m²) :	195	100	145	145
Portée 5.00 m – Ppa_{500} (daN/m²) :	100	50	75	75

Variante :	A	B	C	D
Thermique (calculs selon règles Th-U) :				
Conductivité thermique isolant — λ (W/m.°K) :	0.04	0.04	0.04	0.04
Résistance thermique isolant — R_{iso} (m².K/W) :	5.64	6.67	5.64	6.67
Coef. transmission surfacique — U_p (W/m².°K) :	0.21	0.18	0.18	0.16
Coefficient pont thermique linéique	en façade		en pignon	
sur mur en béton plein - ψ (W/m.°K) :	0.05		0.08	
sur mur en maçonnerie - ψ (W/m.°K) :	0.04		0.07	
sur mur à isolation répartie - ψ (W/m.°K) :	0.03		0.11	

Toutes variantes

Acoustique (estimation) :		
Indice d'affaiblissement	R_w (C ;Ctr) (dB) :	42 (-2 ; -7)
Niveau de bruit de choc normalisé	L_{nw} (dB) :	Non défini

Toutes variantes

Protection incendie (estimation selon BF 88) :		
Réaction au feu parement supérieur :		M0
Réaction au feu parement inférieur :		M1
Résistance au feu selon le parement inférieur:		
Plaque de plâtre standard 13 mm :	1/4 h	HAB 4ème fam.
Plaque de plâtre standard 18 mm :	1/2 h	ERP 1ère à 5ème cat.
Plaques de plâtre standard 2 x 13 mm :		

A B **C**onception système ctba ©
Toiture en charpente traditionnelle

TOITURES INCLINÉES Caractéristiques		
Avril 2003		301.01

A,11

© CTBA

Fig. A,11
Toiture en charpente traditionnelle.

Application Bois Construction

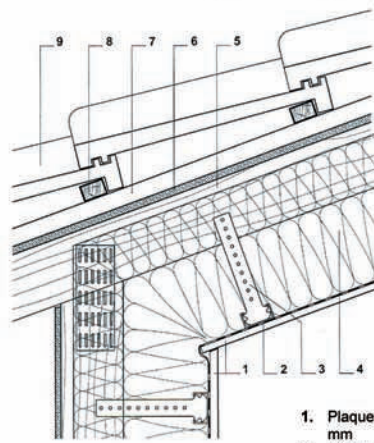
A B C

Assemblages Bois et dérivés Conception système

©Centre technique du bois et de l'ameublement – 2002 – Reproduction interdite.

Documents de référence :	
DTU 31.3	Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets
DTU 40	Couvertures
CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
EC 5	Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
RT 2000	Réglementation thermique
NRA	Nouvelle réglementation acoustique
BF 88	Méthode de justification par le calcul de la résistance au feu des structures en bois

COUPE VERTICALE



1. Plaque de parement en plâtre, épaisseur 13 à 26 mm
2. Film pare-vapeur solidaire ou non de l'isolant, perméance à la vapeur d'eau < 0,005 g/m².h.mmHg, recouvrement horizontal et vertical > 50 mm
3. Suspente et rail métallique supports plaque de plâtre, entraxe 600 mm
4. Laine minérale semi-rigide ou rigide, épaisseur 160 à 240 mm en 1 ou 2 couches, classement ACERMI > I1S4O1L2E1, densité pour semi-rigide > 15 kg/m3 (verre) ou 28 kg/m3 (roche), densité pour rigide > 140 kg/m3
5. Elément de ferme industrielle en bois massif assemblée par connecteurs métalliques, épaisseur 38 ou 45 mm, hauteur 97 à 247 mm, entraxe 600 ou 900 mm, classe d'emploi 2
6. Ecran rigide de sous-toiture non porteur, panneau OSB 3 ou CTBH, épaisseur 12 mm, classe d'emploi 2
7. Liteau bois massif et lame d'air ventilée, section 27x40 mm, fixé au droit des chevrons, classe d'emploi 2
8. Liteau bois massif, section 27x40 mm, entraxe selon pureau de la tuile, classe d'emploi 2
9. Tuile à emboîtement mécanique, en terre cuite ou en béton, petit ou grand moule

Solution dessinée

Dimensions :		Variante :	A	B	C	D
1. Plaque de parement plâtre	Ep. (mm) :		13	13	13	13
2. Film pare-vapeur			négligeable			
3. Suspente et rails	Ep. (mm) :		30	30	30	30
4. Laine minérale	Ep.1 (mm) :		80	120	220	160
	Ep.2 (mm) :		140	140		100
5. Arbalétrier bois massif	Ep.. (mm) :		38	38	45	45
	Larg. (mm) :		97	147	122	197
	Entraxe (mm) :		600	900	600	900
6. Ecran de sous-toiture	Ep. (mm):		12	12	12	12
7. Liteaux bois massif	Ep. (mm) :		27	27	27	27
8. "	Larg. (mm) :		40	40	40	40
9. Tuile mécanique	Ep. (mm)		100	100	100	100
Epaisseur totale hors couverture (mm) :			292	342	380	340

Physiques et mécaniques (essence de bois C24) :		Variante :	A	B	C	D
Poids surfacique	p (daN/m²) :		86	86	90	92
Charges admissibles sur dalles	(daN/m²) :		500	300	500	150
Charges admissibles sur ferme industrielle :			A dimensionner au cas par cas			

Thermique (calculs selon règles Th-U) :		Variante :	A	B	C	D
Conductivité thermique isolant	λ (W/m.°K) :		0.04	0.04	0.04	0.04
Résistance thermique isolant	R_{iso} (m².K/W) :		5.64	6.67	5.64	6.67
Coef. transmission surfacique	U_p (W/m².°K) :		0.24	0.19	0.24	0.19
Coefficient pont thermique linéique			en façade		en pignon	
sur mur en béton plein - ψ (W/m.°K) :			0.05		0.08	
sur mur en maçonnerie - ψ (W/m.°K) :			0.04		0.07	
sur mur à isolation répartie - ψ (W/m.°K) :			0.03		0.11	

Toutes variantes

Acoustique (estimation) :		
Indice d'affaiblissement	R_w (C ;Ctr) (dB) :	42 (-2 ; -7)
Niveau de bruit de choc normalisé	L_{nw} (dB) :	Non défini

Toutes variantes

Protection incendie (estimation selon BF 88) :		
Réaction au feu parement supérieur :		M0
Réaction au feu parement inférieur :		M1
Résistance au feu selon le parement inférieur:		
Plaque de plâtre standard 13 mm :	1/4 h	HAB 4ème fam.
Plaque de plâtre standard 18 mm :	1/2 h	ERP 1ère à 5ème cat.
Plaques de plâtre standard 2 x 13 mm :		

A B **C**onception système ctba ©

Toiture en charpente industrielle

TOITURES INCLINÉES Caractéristiques		
Avril 2003		302.01

A,12

© CTBA

Fig. A,12
Toiture en charpente industrielle.

Fiche de synthèse vierge

Fiche de synthèse pour la conformité à la RT 2005 (1/2)

Maison individuelle non climatisée	
Surface habitable inférieure à 250 m²	
Surface des portes et fenêtres inférieure à 25 % de la surface habitable	
Inertie au moins légère	
Uniquement produits, procédés de construction ou équipements figurant dans ce document.	
Thermiques d'été et d'hiver respectées	

La totalité des réponses doit être affirmative.

Fiche de synthèse pour la thermique d'été

Hors climat chaud et zone calme

Protection des baies verticales courante dans les pièces avec une inertie légère ou moyenne	
Protection des baies inclinées courante dans les pièces avec une inertie moyenne	
Protection des baies inclinées renforcée avec inertie légère de la pièce	

ou

Hors climat chaud et hors zone calme

Protection des baies verticales renforcée avec inertie légère de la pièce	
Protection des baies verticales courante avec inertie moyenne de la pièce	
Protection des baies inclinées renforcée avec inertie moyenne de la pièce	
Pas de baies inclinées avec inertie légère de la pièce	

ou

Climat chaud et zone calme

Protection des baies verticales renforcée avec inertie légère de la pièce	
Protection des baies verticales courante avec inertie moyenne de la pièce	
Protection des baies inclinées renforcée avec inertie moyenne de la pièce	
Pas de baies inclinées avec inertie légère de la pièce	

ou

Climat chaud et hors zone calme

Pas de baie verticale si la pièce à une inertie légère	
Protection des baies verticales courante avec inertie moyenne de la pièce	
Pas de baie inclinée si la pièce à une inertie légère ou moyenne	

Pour la localisation de la maison retenue, les réponses concernées doivent être affirmatives.

Fiche de synthèse pour la thermique d'hiver (2/2)

ORIENTATION DES BAIES			
AUTRE CAS	SURFACE DES BAIES SUD ≥ 1/15 DE LA SURFACE HABITABLE		
	SURFACE DES BAIES NORD ≤ 1/15 DE LA SURFACE HABITABLE	SURFACE DES BAIES NORD ≤ 1/30 DE LA SURFACE HABITABLE	
0 point	1 point	2 points	

ISOLANTS (RÉSISTANCE THERMIQUE EN M^2.K/W)				
MURS EXTÉRIEURS OU SUR LOCAL NON CHAUFFÉ	PLANCHER BAS SUR VIDE SANITAIRE OU SUR SOUS-SOL NON CHAUFFÉ	PLANCHER BAS SUR TERRE-PLEIN	PLAFOND HORIZONTAL OU RAMPANT	NOMBRE DE POINTS
≥ 2,2	≥ 2,4	≥ 1,7	≥ 4	0
≥ 2,3	≥ 2,7	≥ 1,9	≥ 4,3	1
≥ 2,5	≥ 3	≥ 2,1	≥ 4,5	2
≥ 2,7	≥ 3,2	≥ 2,3	≥ 4,8	3
≥ 2,9	≥ 3,5	≥ 2,5	≥ 5	4
≥ 3,2	≥ 4	≥ 2,9	≥ 5,5	5

Pont thermique au plancher bas				
Pont thermique au plancher intermédiaire				
Pont thermique au plancher haut				
Chape ou dalle isolée	R ≥ 1,4	3 points	Plancher intermédiaire en bois	2 points
	R < 1,4	2 points	Plancher haut en bois avec isolant	2 points
Autres planchers		0 points	Rampant	0 points
Sous-total des points de l'isolation de l'enveloppe ≥ 9				

MENUISERIES EXTÉRIEURES							
MARQUÉES CE		SOUS AUTOCONTRÔLE		MENUISERIES 21		CLASSE ACOTHERM	
UW	POINTS	UW	POINTS	UW	POINTS	TH	POINTS
≤ 2,6	0	≤ 1,8	0	≤ 2,6	0	6 ou 7	0
≤ 1,8	1	≤ 1,4	1	≤ 2	1	8 ou 9	1
				≤ 1,6	2	10 ou 11	2

VENTILATION			
VENTILATION HYGRORÉGLABLE		VENTILATION AUTORÉGLABLE	
Classe E	2 points	Non certifiée NF	0 point
Classe D	2 points	Certifiée NF	1 point
Classe C	3 points		

CHAUFFAGE	
CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE PRODUITS PAR EFFET JOULE	
Régulation terminale certifiée Eubac avec CA ≤ 1,5	0 point
Régulation certifiée avec CA ≤ 1,1	0 point
Panneau rayonnant électrique au moins de catégorie C	0 point
Panneaux rayonnants munis d'une régulation terminale certifiée Eubac avec CA ≤ 0,8	2 points

CHAUFFAGE PAR POMPE À CHALEUR (COEFFICIENT DE PERFORMANCE NOMINAL)	
2,7 ≤ COP < 3,2	0 point
3,2 ≤ COP < 3,8	0 point
COP ≥ 3,8	2 points
CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE PRODUITS AVEC DU GAZ OU DU FIOUL	
Chaudière basse température avec radiateurs ou plancher chauffant munis d'une régulation terminale certifiée Eubac avec CA ≤ 1,5, ou avec radiateurs munis de robinets thermostatiques certifiés CENCER	1 point
Chaudière basse température et radiateurs munis d'une régulation terminale certifiée avec CA ≤ 0,8	3 points
Chaudière à condensation avec radiateurs ou plancher chauffant munis d'une régulation terminale certifiée Eubac CA ≤ 1,5, ou avec radiateurs munis de robinets thermostatiques certifies CENCER	3 points
Chaudière à condensation et radiateurs munis d'une régulation terminale certifiée avec CA ≤ 0,8	5 points

SURFACE D'ENTRÉE MINIMALE DES CAPTEURS SOLAIRES (en m^2)			
SURFACE MAISON	ZONE		
	H1A, H1B, H2A	H1C, H2B, H2C	H2D, H3
Moins de 100 m^2	S ≥ 3,5	S ≥ 2,5	S ≥ 2
Entre 100 et 140 m^2	S ≥ 4	S ≥ 3	S ≥ 2,5
Entre 140 et 180 m^2	S ≥ 4,5	S ≥ 3,5	S ≥ 3
Plus de 180 m^2	S ≥ 5	S ≥ 4	S ≥ 3,5

Pas d'équipement solaire thermique pour l'ECS	0 point
Chauffage et appoint ECS par combustible liquide ou gazeux	2 points
Chauffage électrique par effet Joule ou pompe à chaleur et appoint ECS par effet Joule	3 points

PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES		
ZONE CLIMATIQUE	ORIENTATION	
	INCLINAISON ≤ 60°	INCLINAISON > 60°
H1	Entre sud-sud-est et sud-sud-ouest	Entre l'est et l'ouest en passant par le sud
H2	Entre est-sud-est et ouest-sud-ouest	Entre l'est et l'ouest en passant par le sud
H3	Entre l'est et l'ouest en passant par le sud	

ZONE CLIMATIQUE	PAS D'ÉQUIPEMENT PHOTOVOLTAÏQUE	INSTALLATION SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE SUR UNE MAISON AVEC CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE PAR EFFET JOULE	INSTALLATION SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE SUR UNE MAISON AVEC CHAUFFAGE PAR COMBUSTIBLE LIQUIDE OU GAZEUX OU POMPE À CHALEUR
H1a, H1b, H1c, H2a	0 point	1 point	3 points
H2b et H2c	0 point	2 points	4 points
H2d et H3	0 point	3 points	5 points
Le total des points doit être égal ou supérieur à 21 (ou 19 pour la zone H3)			

Dépôt légal : j anvier 2008

n° d' éditeur : 7897

Achevé d' imprimer à mettre à j our avec vos informations dont "Imprimé en France" + mention écolo imprimé Papier et imprimerie